SISTEMAS DE IGNIÇÃO

© SENAI - PR, 2001

CÓDIGO DE CATÁLOGO :11301

Trabalho elaborado pela Diretoria de Educação e Tecnologia
do Departamento Regional do SENAI - PR , através do
LABTEC - Laboratório de Tecnologia Educacional.

Coordenação geral	Marco Antonio Areias Secco
Elaboração técnica	.....

Equipe de editoração

Coordenação	Lucio Suckow
Diagramação	Alir Aparecida Schroeder
Ilustração	Alir Aparecida Schroeder
Revisão técnica	.....
Capa	Ricardo Mueller de Oliveira

Referência Bibliográfica.
NIT - Núcleo de Informação Tecnológica
SENAI - DET - DR/PR

S474s SENAI - PR. DET
Sistemas de ignição
Curitiba, 2001, 79 p

CDU - .....

Direitos reservados ao

SENAI — Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
Departamento Regional do Paraná
Avenida Cândido de Abreu, 200 - Centro Cívico
Telefone: (41) 350-7000
Telefax: (41) 350-7101
E-mail: senaidr@ctb.pr.senai.br
CEP 80530-902 — Curitiba - PR

SUMÁRIO

Introdução 05
..... 19
..... 22
..... 42
..... 47
..... 48
Bibliografia 51

INTRODUÇÃO

Depois de ter permanecido praticamente invariável por anos a fio, a ignição por bateria, um dos mais antigos componentes do motor Otto, sofreu modificações radicais nos últimos anos em função do desenvolvimento revolucionário na área da eletrônica.

Atualmente existem sistemas de ignição que, graças ao emprego da eletrônica podem cumprir inúmeros requisitos e, através da atuação em conjunto com outros sistemas eletrônicos do veículo, possibilitam uma otimização de todo o complexo de gerenciamento do motor.

Esta apostila tem por finalidade fornecer uma visão geral dos diversos sistemas de ignição com suas características mais marcantes.

COMBUSTÃO NO MOTOR OTTO

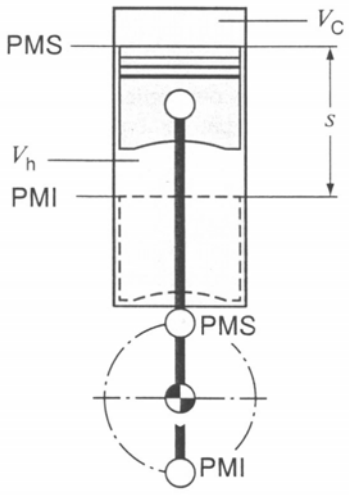
Funcionamento

O motor Otto[1]) é um motor a combustão interna com ignição por centelha, que transforma a energia contida no combustível em energia mecânica.

No motor Otto a mistura de ar-combustível é formada fora da câmara de combustão (com base em gasolina ou gases). Essa mistura é conduzida para a câmara de combustão, aspirada pelo pistão em movimento descendente.

Então ela é comprimida durante o movimento ascendente do pistão. Uma ignição externa com comando por tempo induz a combustão da mistura da vela de ignição. O calor liberado pela combustão aumenta a pressão no cilindro e o pistão move-se novamente para baixo transmitindo um trabalho mecânico para o virabrequim.

Após cada curso de combustão os gases queimados são expulsos do cilindro, sendo aspirada uma nova mistura de ar-combustível. Essa troca de gases no motor dos automóveis é feita principalmente pelo ciclo de quatro tempos. Para um ciclo de trabalho são necessários dois giros do virabrequim.



Conforme Nikolaus August Otto (1832 até 1891), apresentou pela primeira vez na Feira Mundial de Paris em 1878, um motor a gás com compressão funcionando pelo princípio de quatro tempos.

Ciclo de quatro tempos

No motor Otto de quatro tempos as válvulas de admissão e escape controlam a troca de gases. Elas abrem ou fecham os canais de entrada e saída do cilindro:

1. tempo: aspiração,

2. tempo: compressão e ignição,

3. tempo: queima e trabalho,

4. tempo: exaustão / escape

Tempo de aspiração

- Válvula de admissão: aberta,
- Válvula de escape: fechada,
- Movimento do pistão: para baixo,
- Combustão: nenhuma

O movimento descendente do pistão aumenta o volume no cilindro e aspira uma nova mistura de ar-combustível através da válvula de admissão aberta.

Tempo de compressão

- Válvula de admissão: fechada,
- Válvula de escape: fechada,
- Movimento do pistão: ascendente,
- Combustão: fase de inflamação (ignição)

O movimento ascendente do pistão diminui o volume no cilindro e comprime a mistura de ar-combustível. Pouco antes de atingir o ponto morto superior (PMS) a centelha da vela de ignição inflama a mistura de ar-combustível, induzindo assim a combustão. A relação da compressão resulta da cilindrada V_h e do volume de compressão $V_c = (V_h + V_c)V_c$.

A relação da compressão é de 7 ... 13, dependendo do tipo de construção do motor. O aumento da relação de compressão de um motor a combustão aumenta o seu grau de eficiência térmica, proporcionando um aproveitamento efetivo do combustível.

Um aumento da relação de compressão de 6 para 8 resulta p.ex. em um aumento de 12% no grau de eficiência térmica. O limite de detonação determina o grau de compressão. “Bater pino” (detonação) significa uma combustão descontrolada da mistura com aumento acentuado da pressão. Combustão detonante provoca danos ao motor.

O limite de detonação pode ser deslocado para maior compressão através de combustíveis e câmara de combustão adequados.

Tempo de trabalho

- Válvula de admissão: fechada,
- Válvula de escape: fechada,
- Movimento do pistão: descendente,
- Combustão: fase de queima.

Após a inflamação da mistura comprimida de ar-combustível, pela centelha da vela de ignição, a temperatura se eleva em função da combustão da mistura.

A pressão no cilindro aumenta e empurra o pistão para baixo. Através da biela ele transmite movimento de trabalho ao virabrequim, disponível como potência do motor.

A potência aumenta com o aumento da rotação e aumento do torque (P = Mw).

A característica de potência e torque do motor à combustão implica em uma transmissão para adaptação às exigências de funcionamento.

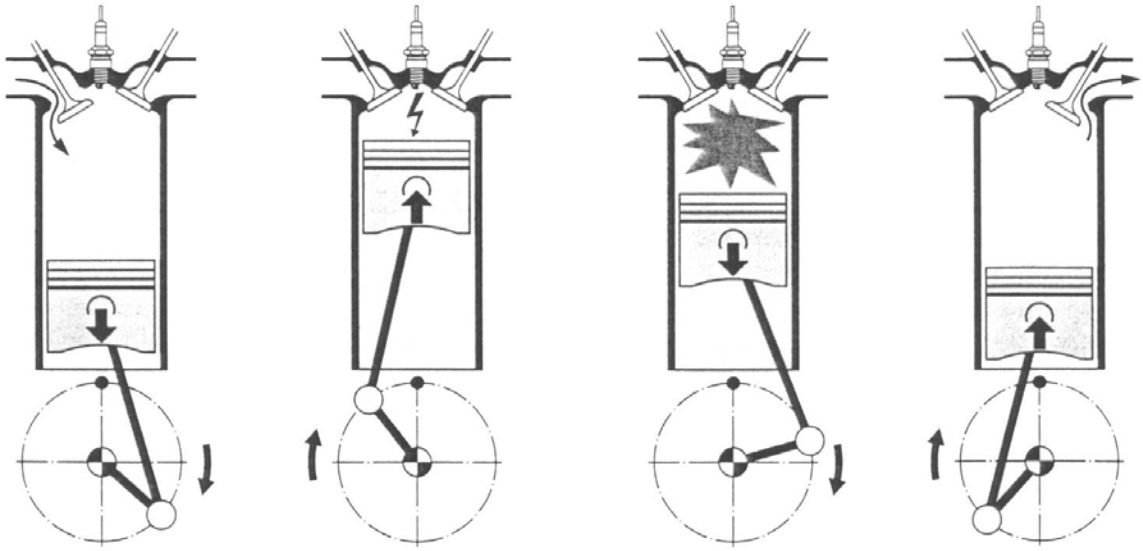
Tempo de exaustão

- Válvula de admissão: fechada,
- Válvula de escape: aberta,
- Movimento do pistão: ascendente,
- Combustão: nenhuma.

O movimento ascendente do pistão expulsa os gases da combustão (gases de escape) através da válvula de escape aberta. Em seguida o ciclo se repete.

Os tempos de abertura das válvulas sobrepõe-se um pouco, o que leva a um melhor aproveitamento do fluxo e das oscilações dos gases no enchimento e esvaziamento dos cilindros.

1.Tempo:aspiração 2.tempo:compressão 3.tempo:combustão 4.tempo:escape



IGNIÇÃO

A ignição no motor Otto

A versão do sistema de ignição depende do tipo do gerador da ignição, da regulagem do ângulo de ignição bem como do tipo de distribuição e transmissão da alta tensão. A sistemática está representada na tabela .

Tabela . Definição do sistema de ignição
Em um sistema de ignição devem ser executadas as seguintes funções mínimas:

Função	Sistema de ignição			
	SZ	TZ	EZ	VZ
	Ignição por bobina	Ignição transistorizada	Ignição Eletrônica	Ignição totalmente eletrônica
Ativação da ignição (sensor)	mecânica	eletrônica	eletrônica	eletrônica
Determinação do ângulo de ignição a partir da rotação e da situação de carga do motor	mecânica	mecânica	eletrônica	eletrônica
Produção de alta tensão	indutiva	indutiva	indutiva	indutiva
Distribuição e transmissão da faísca de ignição na direção do cilindro	mecânica	mecânica	mecânica	eletrônica

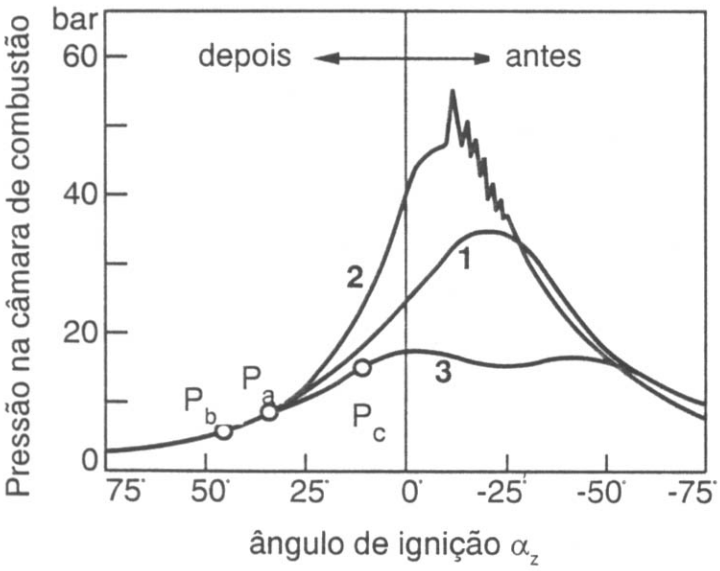
Ponto de ignição

O ponto de ignição depende principalmente de fatores como “rotação” e “carga”.

A dependência da rotação explica-se pelo fato de que, quando o enchimento e a relação de ar-combustível são constantes, o tempo de queima da mistura também é constante e por isso é necessário que a ignição ocorra cada vez mais adiantada, proporcionalmente ao aumento da rotação.

A dependência da carga é influenciada pelo empobrecimento da mistura na baixa carga, pelo teor de resíduo da combustão e pelo baixo preenchimento do cilindro.

Esses efeitos provocam um maior atraso da ignição e menor velocidade de queima da mistura, de modo que será necessário “adiantar” o ângulo de ignição.



Avanço da ignição

A performance da ignição dependente de rotação e carga está integrada à função de regulagem. No caso mais simples, a função de regulagem consiste de um avanço centrífugo e de uma cápsula de vácuo. O vácuo é em larga escala uma medida de carga do motor.

Nos sistemas de ignição eletrônicos são considerados ainda outros fatores de influência sobre o motor, como por exemplo a temperatura, ou alterações na composição da mistura.

Os índices (valores) de todas as funções de regulagem são interligados mecânica ou eletronicamente para a determinação do ponto de ignição. Antes do ponto de ignição em si é necessário que o acumulador de energia seja conectado em tempo hábil.

Para isto é necessária a formação de um tempo de fechamento ou de um ângulo de fechamento (permanência) no sistema de ignição. Em geral a energia é armazenada em um acumulador indutivo, em casos raros em um acumulador capacitivo.

A alta tensão é gerada pelo desligamento da corrente primária da alimentação. A alta tensão é conduzida ao cilindro que se encontra atualmente no ciclo de trabalho.

No emprego de um distribuidor de ignição, a informação necessária sobre a posição do virabrequim é fornecida pela fixação mecânica sobre o acionamento do distribuidor de ignição. Na distribuição de tensão estática é necessário um sinal elétrico do virabrequim ou do eixo de comando.

Os elementos de ligação (conector e cabo de alta tensão) transmitem a alta tensão para a vela de ignição. A vela de ignição deve oferecer um funcionamento confiável em todas as faixas operacionais do motor, assegurando sempre uma inflamação da mistura de ar-combustível.

Tensão de ignição

O coeficiente de ar (Lambda) e a pressão do cilindro determinada pelo enchimento e compressão da mistura, juntamente com a distância dos eletrodos da vela de ignição, têm influência decisiva sobre a demanda de tensão e, consequentemente, sobre a necessária oferta de tensão da ignição.

Inflamação da mistura de ar-combustível

Energia de ignição

Para a inflamação de uma mistura de ar-combustível através de faíscas elétricas é necessária uma energia cerca de 0,2 mJ por ignição individual, desde que a mistura tenha uma composição estequiométrica (em repouso, homogênea). Misturas ricas e pobres (turbulentas) necessitam acima de 3 mJ.

Essa energia é somente uma fração da energia de ignição total contida em uma faísca de ignição.

Havendo pouca energia de ignição disponível, a ignição não acontece; a mistura não pode se inflamar e ocorrem falhas de combustão. Por esse motivo deve ser colocada tanta energia à disposição que, mesmo em condições externas desfavoráveis, a mistura de ar-combustível entre seguramente em combustão.

Nesse caso, uma pequena névoa de mistura combustível que passe diante da faísca pode ser suficiente. A névoa de mistura combustível se inflama, provoca a ignição da mistura restante no cilindro, induzindo assim à combustão.

Influências sobre as características da ignição

Boa preparação e fácil acesso da mistura à faísca melhoram as características da ignição, assim como a longa duração e o comprimento da faísca e a grande distância dos eletrodos. A intensa turbulência da mistura tem efeito benéfico semelhante, contanto que haja disponibilidade suficiente de energia.

A posição e o comprimento da faísca são determinados pelas dimensões da vela de ignição, a duração da faísca pelo tipo e versão do sistema de ignição, assim como pelas atuais condições de ignição. A posição e o acesso da mistura de ar-combustível à vela de ignição influenciam o gás de escape, sobretudo na marcha lenta.

Nas misturas pobres, a vantagem está na energia de ignição particularmente alta e na longa duração da faísca. Isto fica demonstrado no exemplo da marcha lenta de um motor. Na marcha lenta a mistura de ar-combustível ode ser bastante heterogênea. Sobreposições de tempos de válvulas provocam alto teor de resíduos de combustão.

A comparação entre uma ignição de bobina normal de comando por contato e uma ignição transistorizada evidencia que a faísca da ignição transistorizada nitidamente reduz e estabiliza a emissão de HC.

Simultaneamente também se estabiliza o funcionamento uniforme do motor. A limpeza da vela também é significativa. No caso de velas muito sujas, durante a formação da alta tensão ocorre um escoamento de energia da bobina de ignição através do contato secundário da vela.

Isto provoca a redução da duração da faísca, com efeito sobre o gás de escape e, em casos limite (em caso de velas muito sujas ou molhadas) a uma falha total da ignição. Um certo índice de falhas de ignição normalmente não é percebido pelo motorista, gera entretanto um alto consumo de combustível e pode danificar o catalisador.

Emissão de poluentes

O ângulo de ignição P ou o ponto de ignição, respectivamente, exercem importante influência sobre os índices do gás de escape, o torque e o consumo de combustível do motor Otto.

Os componentes tóxicos mais importantes do gás de escape são os hidrocarbonetos não queimados (HC), o óxido de nitrogênio (NO_x) e o monóxido de carbono (CO). Com o aumento da ignição prematura aumenta também a emissão de hidrocarbonetos não queimados.

A ignição prematura aumenta também a emissão de NO_x em toda a faixa da relação de ar-combustível. A causa é a temperatura mais elevada na câmara de combustão, na ignição adiantada.

A emissão de CO é praticamente independente do ponto de ignição e quase uma função exclusiva da relação ar-combustível.

Consumo de combustível

A influência do ponto de ignição sobre o consumo de combustível se opõe à influência sobre a emissão de poluentes.

Com o aumento do coeficiente de ar é necessário compensar a velocidade cada vez menor da combustão com um adiantamento cada vez maior da ignição para que o processo de combustão permaneça ótimo.

Ponto de ignição adiantado significa menor consumo de combustível e maior torque, mas somente mediante respectiva alteração (correção) da mistura de ar-combustível.

Tendência à detonação

Existe uma outra relação importante entre o ponto de ignição e tendência à detonação. Isto fica demonstrado no efeito de um ângulo de ignição muito adiantado ou muito atrasado (em comparação com o ângulo de ignição correto) sobre a pressão na câmara de combustão.

Quando o ângulo de ignição está muito adiantado ocorre uma combustão adicional em diversos pontos da câmara de combustão por efeito da onda de pressão da inflamação. Em função disto a queima da mistura é irregular, provocando fortes oscilações de pressão com altos picos na pressão da combustão.

Esse efeito, chamado de detonação ou “bater pinos”, pode ser ouvido nitidamente em baixa rotação. Em alta rotação o ruído é superado pelo ronco do motor. Mas é exatamente nessa faixa que a detonação pode levar a danos no motor, sendo necessário proceder uma otimização entre combustível adequado e ponto de ignição.

IGNIÇÃO CONVENCIONAL POR BOBINA SZ

O sistema atual convencional de ignição por bobina é comandado por contato. Isto significa que a corrente que passa pela bobina é ligada e desligada mecanicamente através de um contato no distribuidor de ignição (platinado).

A ignição por bobina, de comando por contato, é a versão mais simples de uma ignição, na qual são realizadas todas as funções. Além do distribuidor de ignição existe toda uma série de componentes, listados na tabela com suas respectivas funções.

Princípio de funcionamento

Sincronização e distribuição

A sincronização com o virabrequim e portanto com a posição do pistão nos diversos cilindros é consolidada pelo acoplamento mecânico do distribuidor de ignição ao eixo de comando ou outro eixo reduzido em 2 : 1 em relação ao virabrequim.

Por isso, até uma torção do distribuidor de ignição leva a um deslocamento do ponto de ignição, isto é, uma alteração no distribuidor de ignição permite a regulagem de um ponto de ignição previamente estabelecido.

O rotor mecânico do distribuidor, também fixamente acoplado à parte superior do eixo do distribuidor de ignição, providencia a distribuição correta da alta tensão juntamente com a condução dos cabos de alta tensão às diversas velas de ignição.

Procedimento de ignição

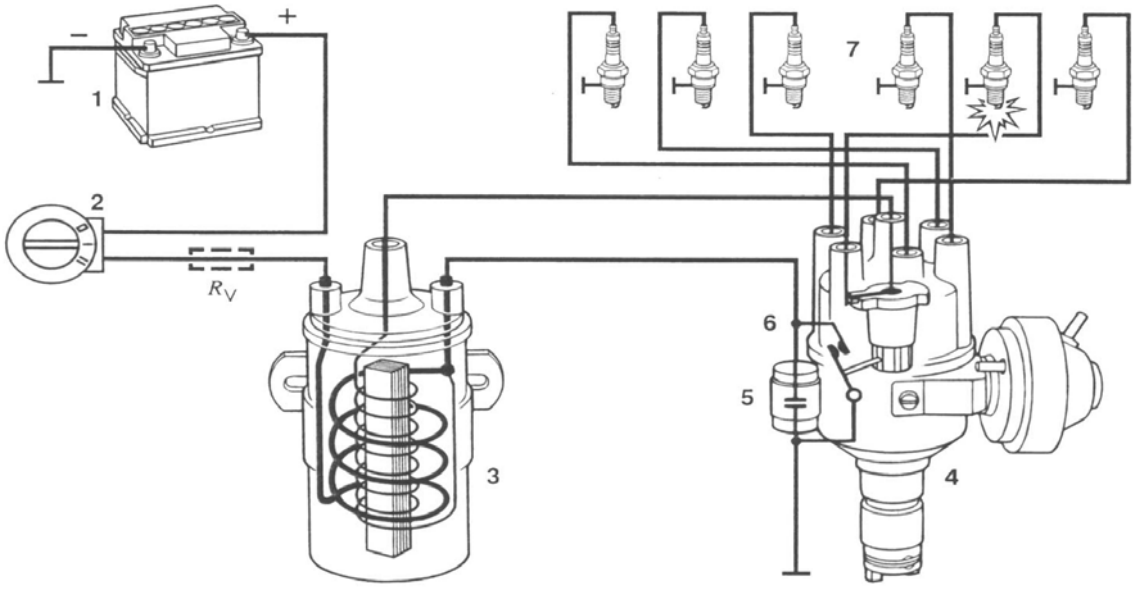
Em funcionamento a tensão da bateria está aplicada à chave de ignição e portanto no borne 15 da bobina de ignição.

Com o platinado fechado a corrente flui através do enrolamento primário da bobina de ignição contra a massa. Isto gera um campo magnético na bobina de ignição, no qual a energia de ignição é acumulada. O aumento da corrente ocorre em função da indutividade e da resistência do enrolamento primário.

O tempo de carga é determinado pelo ângulo de permanência. O ângulo de permanência, por sua vez, á acionado pelo deslocamento do ressalto que aciona o platinado através da fibra.

Ao fim do tempo de fechamento o ressalto do distribuidor de ignição abre o contato da ignição, interrompendo assim a corrente da bobina.

1 bateria, 2 comutador de ignição, 3 bobina de ignição, 4 distribuidor de ignição, 5 condensador de ignição, 6 platinado, 7 velas de ignição, R_V pré-resistor



Componentes da ignição convencional por bobina

Sistemas de ignição por bobina são formados por diversos componentes, cuja construção e versão de potência dependem do respectivo motor.

Componentes	Função
Bobina de ignição	armazena a energia de ignição e depois a transmite pelo cabo de ignição em forma de um impulso de alta tensão
Comutador de ignição	atua no circuito da corrente primária da bobina de ignição, através de acionamento
Pré-resistor	é fechado em curto circuito na partida, para aumento da tensão de partida
Platinado	fecha e interrompe o circuito da corrente primária da bobina de ignição, para armazenamento de energia e transformação da tensão
Condensador de ignição	promove a interrupção exata da corrente primária da bobina; suprime a formação de faísca no contato do platinado
Distribuidor de ignição	distribui a tensão de ignição para as velas de ignição em seqüência definida
Avanço centrífugo	avança automaticamente o ponto de ignição dependente da rotação do motor
Avanço a vácuo	avança automaticamente o ponto de ignição dependente da carga do motor
Vela de ignição	integra as partes principais (eletrodos) para a geração da faísca de ignição e veda a câmara de combustão para o exterior

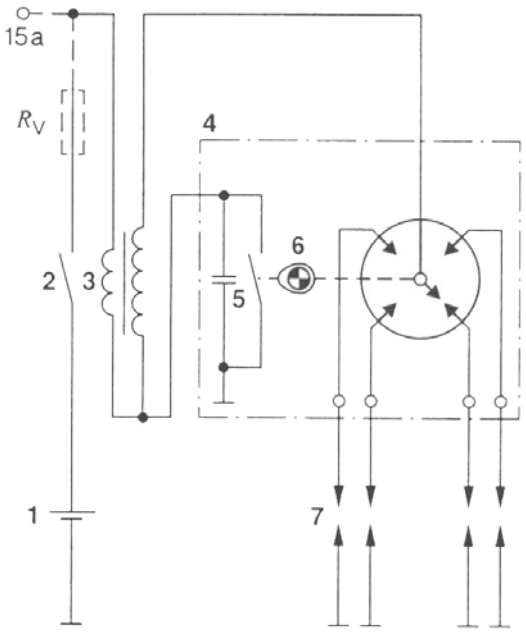
A corrente e o tempo de desligamento, como também o número de espiras do lado secundário da bobina de ignição, determinam substancialmente a tensão de ignição induzida no lado secundário.

Como a corrente tende a fluir adiante, se formaria um arco voltáico nos contatos do platinado. Para evitar essa ocorrência, o condensador de ignição está ligado em paralelo ao platinado.

Isto faz com que a corrente primária flua para o condensador e o conecta, até a descarga da tensão de ignição. Desta forma ocorrem tensões de algumas centenas de Volts no borne 1 da bobina de ignição.

A alta tensão gerada no lado secundário é conectada ao borne do distribuidor de ignição, provocando ali uma ruptura entre o rotor do distribuidor e o eletrodo externo, consequentemente conectando o cabo de ignição para a respectiva vela de ignição, levando finalmente à ruptura, isto é, à faísca de ignição.

1 bateria, 2 comutador de ignição, 3 bobina de ignição, 4 distribuidor de ignição, 5 condensador de ignição,6 platinado, 7 velas de ignição, R_V pré-resistor



Em seguida a energia magnética acumulada na bobina de ignição flui continuamente para a faísca em forma de energia elétrica. Em função disto ocorre uma tensão de combustão de cerca de 400 V na vela de ignição.

Em geral a duração da faísca é de 1 a 2 ms. Após a descarga da bobina de ignição, o ressalto do distribuidor de ignição liga novamente e a bobina de ignição é conectada novamente.

O rotor do distribuidor que durante esse tempo continua funcionando, transmitirá na próxima ignição a alta tensão para uma outra vela de ignição.

Bobina de ignição

Estrutura

A bobina de ignição consiste de uma carcaça, na qual são instaladas capas metálicas envolventes para retorno do circuito magnético. O enrolamento secundário vai diretamente sobre o núcleo de ferro laminado e ligado eletricamente ao borne da tampa da bobina.

Como a alta tensão está aplicada ao núcleo de ferro, e necessário que ele seja isolado pela tampa e por um corpo isolante adicional inserido no fundo da carcaça. O enrolamento primário está disposto por fora do enrolamento secundário.

A tampa isolada da bobina de ignição contém simetricamente aos bornes de alta tensão do borne 4, os bornes 15 para a tensão da bateria e 1 para a ligação pelo platinado. A isolação e a fixação mecânica dos enrolamentos se utiliza de massa asfáltica.

A dissipação de potência ocorre principalmente no enrolamento primário. O calor dissipado é derivado para a carcaça através das capas metálicas. Por esse motivo a bobina de ignição é fixada à carroceria por uma braçadeira bem larga, para que o calor se dissipe o máximo possível.

Funcionamento

A corrente primária, ligada e desligada pelo platinado, flui através do enrolamento primário da bobina de ignição. O valor da corrente é determinado pela tensão da bateria no borne 15 e pela resistência ohmica do enrolamento primário.

A resistência primária, dependendo da aplicação da bobina de ignição, pode estar entre 0,2 e 3 Ù. A indutividade primaria L_1 é de alguns mH. Para a energia armazenada no campo magnético da bobina de ignição resulta:

$$W_{Sp} = \frac{1}{2} L1 \cdot i_1^2$$

W_{Sp} energia acumulada, L_1 indutividade do enrolamento primário, i_1 corrente que circula no distribuidor de ignição no momento de abertura do contato do platinado.

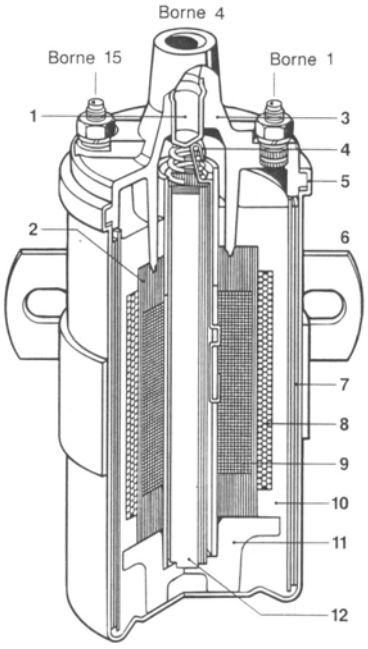
No ponto de ignição a tensão sobe no borne 4(borne de alta tensão da bobina de ignição), está aproximadamente como uma função senoidal. A velocidade de ascensão é determinada pela indutividade secundária e a carga capacitativa no borne4.

Quando a tensão de ruptura na vela tiver sido atingida, a tensão diminui até a tensão de combustão da vela de ignição e a energia acumulada na bobina de ignição flui para a faísca de ignição.

Quando a energia não é mais suficiente para a manutenção da descarga luminosa, a faísca é suprimida e a energia restante declina para o circuito secundário da bobina de ignição.

A alta tensão é polarizada de modo que o eletrodo central da vela de ignição seja negativo contra a massa do veículo; em caso de polaridade invertida seria necessária uma energia um pouco mais elevada. A bobina de ignição foi desenvolvida como autotransformador, de tal modo que o lado secundário se apoia no borne 1 ou 15.

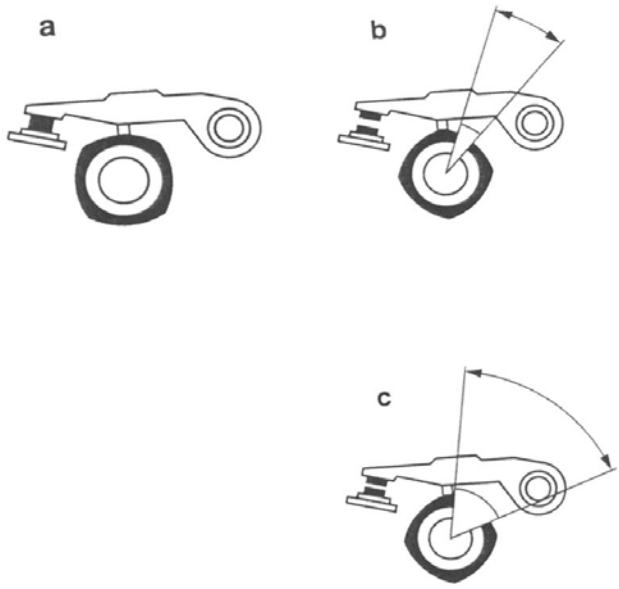
1 ligação externa de alta tensão, 2 camadas de enrolamento com papel iso-lante, 3 tampa isolante, 4 ligação interna de alta tensão através de contato de mola, 5 carcaça, 6 braçadeira de fixação, 7 chapa magnética, 8 enrolamento primário, 9 enrolamento secundário, 10 massa de fusão, 11 isolador, 12 núcleo de ferro.



Assim como a indutividade primária e a resistência são determinantes para a energia acumulada, a indutividade secundária é decisiva para as características da alta tensão e da faísca. Uma relação típica de espiras entre enrolamento primário e secundário é de 1 : 100.

A tensão induzida, a corrente da faísca e a duração da faísca dependem tanto da energia armazenada quanto da indutividade secundária.

a) contatos fechados
b) grande distância entre contatos - pequeno ângulo de permanência
c) pequena distância entre contatos - grande ângulo de permanência



Resistência interna

Um outro fator importante é a resistência interna da bobina de ignição, porque ela também determina a velocidade de elevação da tensão, sendo portanto uma medida da energia da bobina de ignição que flui através de resistências de derivação no momento de ruptura da faísca.

Uma resistência interna baixa é vantajosa em caso de velas de ignição sujas ou molhadas. A resistência interna depende da indutividade secundária.

Platinado (ruptor de ignição)

A ativação do platinado é feita pelo eixo de comando do distribuidor, que terá tantos ressaltos quantos forem os cilindros do motor. O platinado pode se girado no eixo do distribuidor de ignição; ele se ajusta de acordo com o avanço do ponto de ignição determinado pelo avanço centrífugo na dependência da rotação.

O ressalto é constituído de modo que seja formado um ângulo de permanência correspondente à bobina de ignição e ao número de faíscas.

Desta forma estará estabelecido o ângulo de permanência para um sistema de ignição com comando por contato, invariável em toda a faixa de rotação. O ângulo de permanência, entretanto, sofre alterações durante o tempo de funcionamento do motor devido ao desgaste da fibra do martelete do platinado.

O desgaste gerado leva a uma abertura tardia do platinado. O atraso que se estabelece leva em geral a um alto consumo de combustível. Este é um dos motivos para a substituição periódica dos contatos do platinado e verificação do ângulo de permanência. Um outro motivo de manutenção é a queima dos contatos.

O contato deve comandar corrente de até 5A e bloquear tensão de até 500 V. Em um motor de quatro cilindros com uma rotação de 6000^{-1} o contato liga 12000 vezes por minuto, o que corresponde a uma freqüência de 200 Hz.

Contatos danificados provocam um carregamento insuficiente da bobina, ponto de ignição indefinido, consequentemente alto consumo de combustível e índices ruins de gás de escape.

Distribuidor de ignição

O distribuidor de ignição é o componente com maior número de funções no sistema de ignição.

Ele gira com a metade do número de rotações do virabrequim um distribuidor de quatro cilindros tem p.ex. quatro saídas, cada uma fornecendo um impulso de ignição por giro do rotor.

Características

Externamente visível são sobretudo a carcaça em forma de panela e a tampa do distribuidor de ignição feita em material isolante com as conexões de entrada e saída de alta tensão. Existem distribuidores onde a haste é introduzida no bloco do motor.

Neste caso o eixo do distribuidor de ignição é acionado através de uma engrenagem ou um acoplamento. Um outro modelo, o distribuidor curto, facilita a montagem direta no eixo de comando. Neste caso a haste é eliminada e o acoplamento de acionamento encontra-se diretamente no fundo da carcaça do distribuidor.

As altas exigências de precisão do distribuidor de ignição requerem um assentamento muito bom. Nos distribuidores com prolongamento, a própria haste oferece apoio suficiente. Distribuidores curtos exigem um mancal adicional acima do sistema ativador.

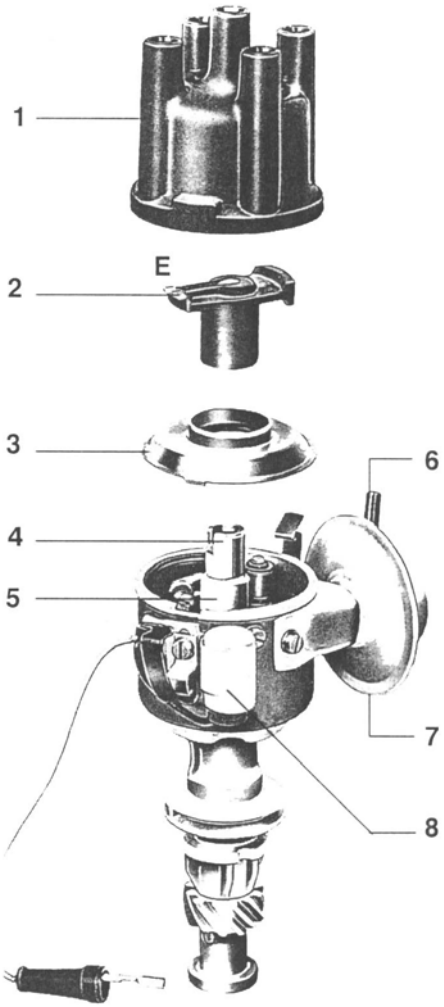
Estrutura

Na carga do distribuidor de ignição encontram-se o sistema de avanço centrífugo, o acionamento do sistema de avanço a vácuo e a ativação da ignição. O condensador de ignição e a cápsula de avanço a vácuo são fixados na parte externa da carcaça do distribuidor.

Além disso, ali também se encontra a ancoragem para a fixação da tampa do distribuidor e a ligação elétrica. A tampa de proteção contra pó protege o sistema de acionamento contra depósitos de poeira e umidade. No eixo do distribuidor existe uma fenda acima do ressalto do platinado, que serve para definição da posição de montagem do rotor do distribuidor.

Na sua montagem é necessário atentar para que o motor seja instalado na posição correta. O rotor e a tampa do distribuidor são feitos em material baquelite de alta qualidade, sujeito a exigências especiais de resistência à alta tensão, resistência climática, estabilidade mecânica e inflamabilidade.

1. tampa do distribuidor
2 rotor do distribuidor com eletrodo (E)
3 tampa de proteção contra pó
4 eixo do distribuidor
5 ressalto de interrupção
6 conexão para mangueira de vácuo
7 cápsula de avanço a vácuo
8 condensador de ignição

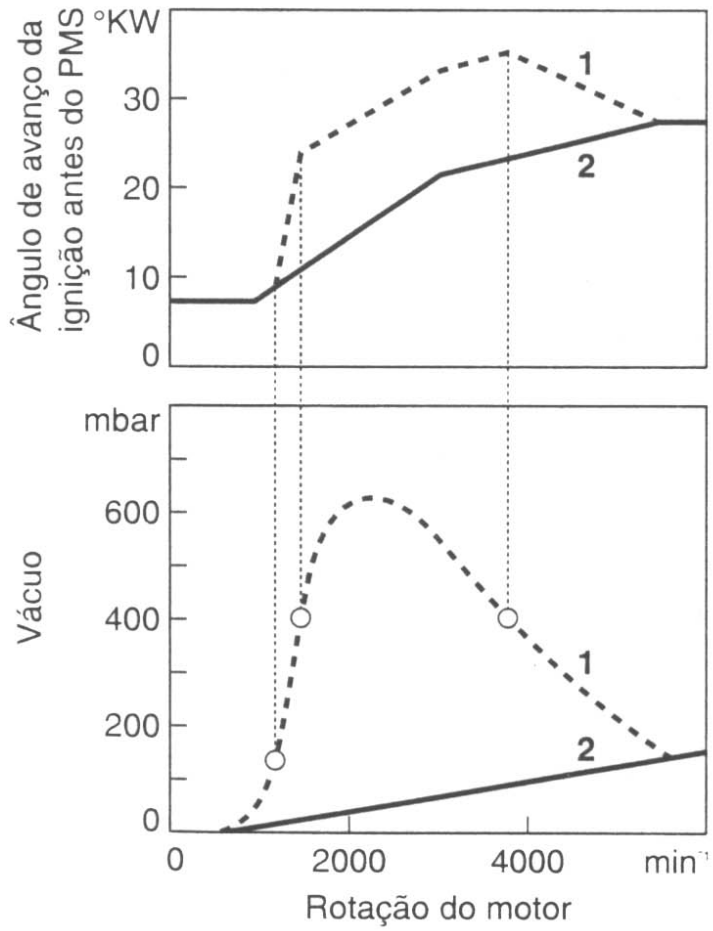


A alta tensão gerada na bobina de ignição alimenta o distribuidor de ignição através da conexão central. Entre o rotor do distribuidor e conexão central há um pequeno pino de carvão suspenso por mola, que estabelece o contato entre a tampa rígida e o rotor do distribuidor em movimento.

A energia de ignição flui do ponto central do rotor do distribuidor através de uma resistência supressora de interferências de = 1KO para o eletrodo do rotor do distribuidor e de lá salta para o eletrodo fixo instalado nas conexões externas. A tensão de descarga respectivamente necessária está na faixa de KV.

A resistência no rotor do distribuidor limita os picos de corrente na constituição da distância da faísca, tendo por finalidade a supressão de interferência. Exceto o interruptor de ignição (platinado), todos os componentes do distribuidor de ignição dispensam manutenção.

1 Carga parcial de percurso
2 plena carga



Avanços de ignição

O avanço centrífugo produz um deslocamento do ângulo de ignição através da rotação em sentido a “adiantado”. Mediante pressuposição de enchimento e formação de mistura constante, resulta um tempo fixo para a inflamação e queima da mistura.

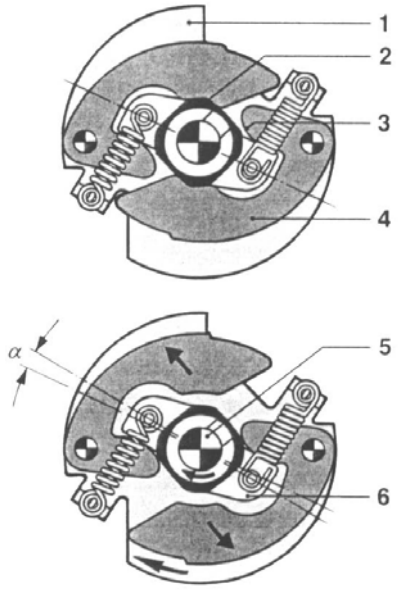
Esse tempo fixo provoca a geração respectivamente adiantada da faísca de ignição em função da alta rotação. Na prática, o traçado de uma curva característica do distribuidor de ignição também é influenciado pelo limite de detonação e a variação da composição da mistura.

O avanço a vácuo considera a condição de carga do motor porque a velocidade de inflamação e a queima da nova mistura no cilindro são intensamente influenciadas pelo enchimento no cilindro.

O avanço pela rotação ou força centrífuga e o avanço a vácuo ou por carga estão tão mecanicamente interligados que ambos os avanços se somam.

Avanço de ignição centrífugo em posição de repouso (em cima) e em posição de trabalho (em baixo).

1 base móvel, 2 ressalto de ignição
3 curso divisor, 4 contrapeso
5 eixo do distribuidor, 6 arrastador



Avanço centrífugo

O avanço centrífugo modifica o ponto de ignição na dependência da rotação do motor. A placa de apoio que gira junto com o eixo do distribuidor contém os contrapesos (pesos centrífugos).

Com o aumento da rotação os contrapesos se movem para fora. Eles deslocam o arrastador contra o eixo do distribuidor no sentido de rotação. Isto provoca também um deslocamento do ressalto de ignição contra o eixo do distribuidor no valor do ângulo de avanço da ignição az. O ponto de ignição será adiantado nesse ângulo.

Avanço a vácuo

O avanço a vácuo desloca o ponto de ignição na dependência da potência ou carga do motor. Como medida para o avanço da ignição utiliza-se o vácuo no coletor de admissão próximo à borboleta de aceleração. O vácuo é conduzido a uma ou duas caixas de diafragma .

Sistema de avanço "adiantado"

Quanto menor a carga, tanto antes a mistura de ar-combustível deverá entrar em combustão. O teor de gases residuais queimados mas não eliminados aumenta na câmara de combustão e a mistura empobrece.

O vácuo para o avanço adiantado é retirado pelo coletor de admissão. Diminuindo a carga do motor, o vácuo na caixa de avanço adiantado aumenta e provoca um movimento da membrana junto com a haste de tração para a direita .

A haste de tração desloca a base móvel do platinado em sentido contrário ao da rotação do eixo do distribuidor de ignição. Através deste movimento o ponto de ignição é deslocado ainda mais em sentido "adiantado".

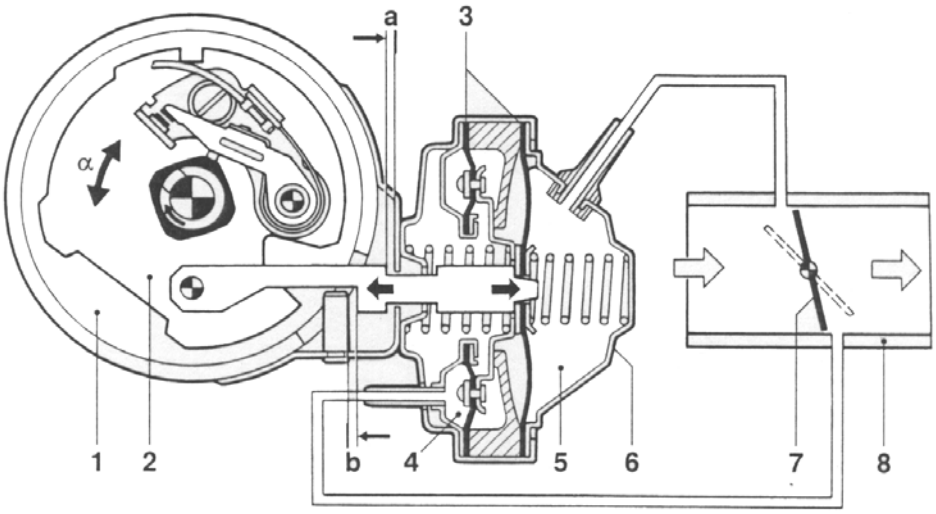
Sistema de avanço “atrasado”

Neste caso o vácuo no coletor de admissão e coletado depois da borboleta. Com ajuda da “caixa de avanço atrasado” em forma de anel, o ponto de ignição é retardado em determinadas situações (p.ex. marcha lenta, operação com freio-motor) para melhorar as condições do gás de escape, isto é, regulado em sentido “atrasado”.

O diafragma anelar move-se para a esquerda junto com a haste de tração, logo que estabelecida a condição de vácuo. O haste de tração desloca a base móvel do platinado (inclusive platinado) no sentido de rotação do eixo do distribuidor de ignição.

O sistema de avanço atrasado é subordinado ao sistema de avanço adiantado: através do vácuo simultâneo em ambas as caixas obtém-se o necessário avanço em regime de carga parcial em sentido “adiantado”.

a) avanço em sentido “adiantado” até o batente, b) avanço em sentido “atrasado” até o batente. 1 distribuidor de ignição, 2 mesa do platinado, 3 diafragma, 4 câmara de avanço atrasado, 5 Câmara de avanço adiantado, 6 cápsula de vácuo, 7 borboleta, 8 coletor de admissão



Ignição transistorizada de comando por contato TZ-K

O distribuidor da ignição transistorizada com comando por contato (TZ-K) é idêntico ao distribuidor da ignição por bobina com comando por contato (SZ).

Como o contato trabalha junto com um sistema transistorizado de ignição, é necessário que o platinado não conecte mais a corrente primária mas somente a corrente de comando para a ignição transistorizada. A própria ignição transistorizada exerce a função de um amplificador de corrente e conecta a corrente primária através de um transistor de ignição (geralmente um transistor Darlington).

Para melhor compreensão, a conexão do contato e a função de uma TZ-K simples foram comparadas com uma ignição de bobina com comando por contato.

Princípio de funcionamento

As próximas figuras mostram claramente que a ignição transistorizada com comando por contato teve sua origem na ignição convencional, não eletrônica, por bobina: o transistor T assume a função de interruptor de potência no lugar do platinado no sistema de ignição.

Mas como o transistor possui características de relê, é necessário que o comando seja provocado, o que, por exemplo, pode ocorrer através de um interruptor de comando. Por esse motivo, este sistema é chamado de ignição transistorizada de comando por contato.

Nos sistemas de ignição transistorizada da Bosch o platinado acionado por ressaltos tem a função desse comando.

Quando o contato está fechado, uma corrente de comando I_s flui para a base B e o transistor a ser um condutor elétrico entre emissor E e coletor C.

Nessa condição ele corresponde a um interruptor na posição “Liga”, permitindo que a corrente flua através do enrolamento primário L_1 da bobina de ignição. Nas se o contato do platinado estiver aberto, não haverá passagem de corrente para a base e o transistor não conduzirá eletricidade; ele bloqueia portanto a corrente primária e corresponde nessa condição a um interruptor na posição “Desliga”.

Vantagens

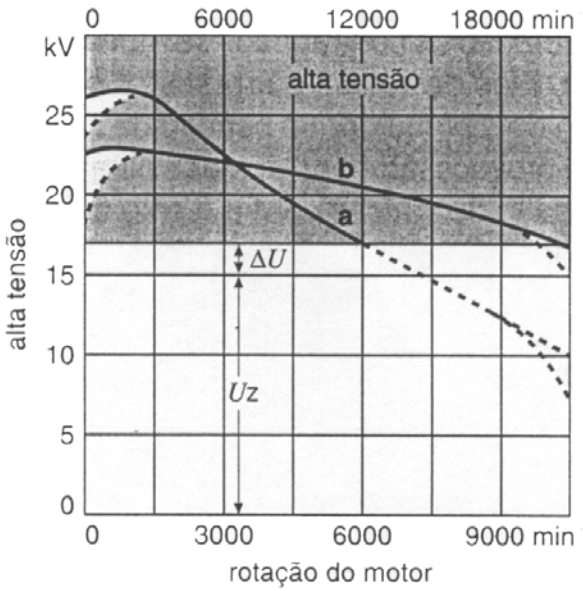
A ignição transistorizada de comando por contato apresenta duas vantagens essenciais em relação à ignição por bobina de comando por contato:

- aumento da corrente primária e

- maior estabilidade do contato.

oferta de alta tenção da bobina de ignição na vela em função da quantidade de faíscas ou rotação (motor de quatro cilindros).

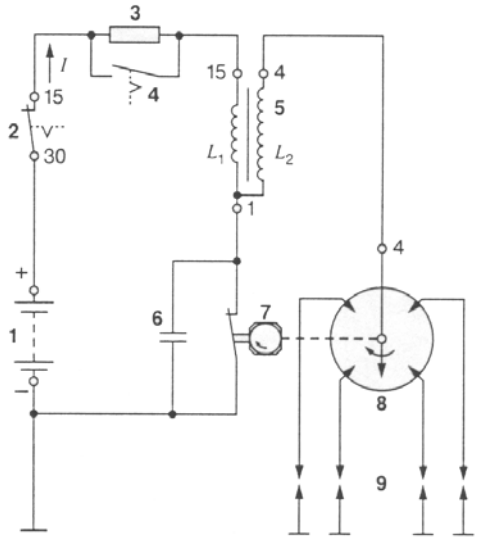
a) bobina com número limite de faíscas para 12 000 rpm
b) bobina de alta tensão com limite de faíscas de 21 000 rpm
U_Z tensão de ignição, Δ U reserva mínima de tensão.
Área restante: faixa para funcionamento sem falhas.

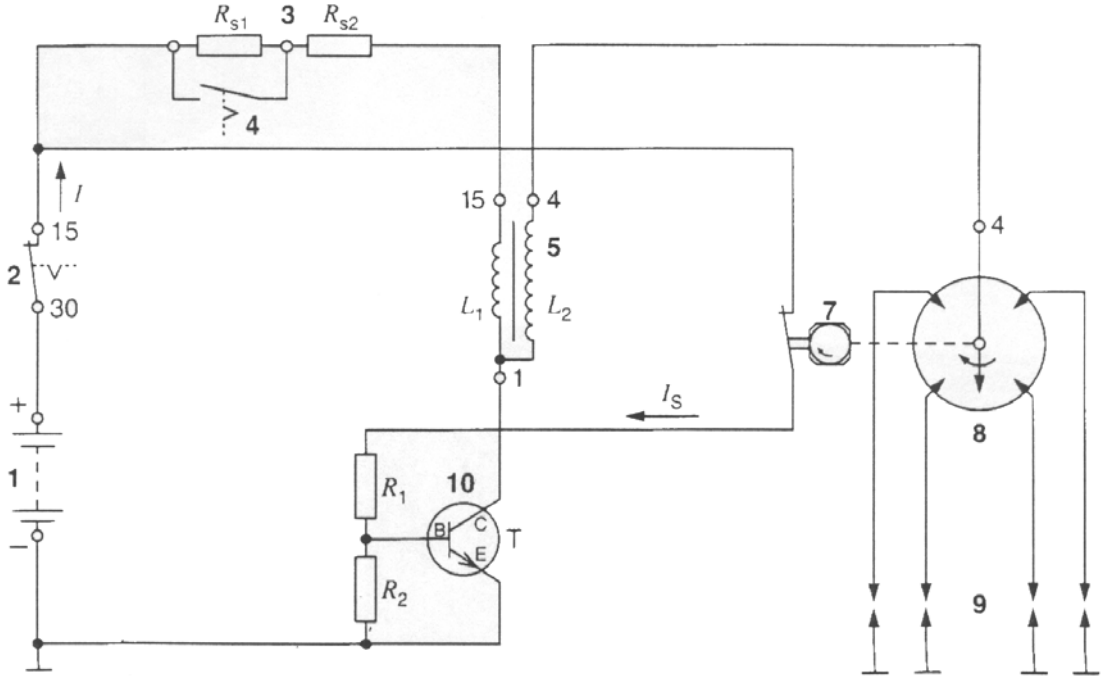


Com o emprego de um transistor de comando a corrente primária pode ser aumentada, porque um contato mecânico pode comandar somente correntes de até 5 A por um período mais longo e na freqüência necessária.

Como a corrente primária entra ao quadrado na energia armazenada, aumenta a potência da bobina de ignição e consequentemente todos os dados de alta tensão como oferta de alta tensão, duração da faísca e corrente da faísca. Por isso uma ignição transistorizada de comando por contato precisa também de uma bobina especial além do dispositivo de comando da ignição.

Comparação entre ignição por bobina convencional (SZ) e ignição transistorizada de comando por contato (TZ-K).
*Em cima: Esquema da SZ. O platinado é ao mesmo tempo interruptor de potência e de comando. Embaixo: esquema simplificado da TZ-K. 1 bateria, 2 interruptor de partida / ignição, 3 pré-resistor, 4 chave para elevação de tensão na partida, 5 bobina de ignição com enrolamento primário **L**$_1$ e enrolamento secundário **L**$_2$, 6 condensador de ignição, 7 platinado (interruptor de comando), 8 distribuidor de ignição, 9 velas de ignição, 10 eletrônica com resistências do divisor de tensão **R**$_1$, **R**$_2$ e transistor T.*





Uma durabilidade consideravelmente maior da TZ-K resulta da liberação do platinado das altas correntes. Além disso não ocorrerão mais dois problemas, que reduzem indefinidamente a oferta de tensão da ignição por bobina de comando por contato: a vibração dos contatos e a fuga de faíscas, causada pela indutividade da bobina de ignição.

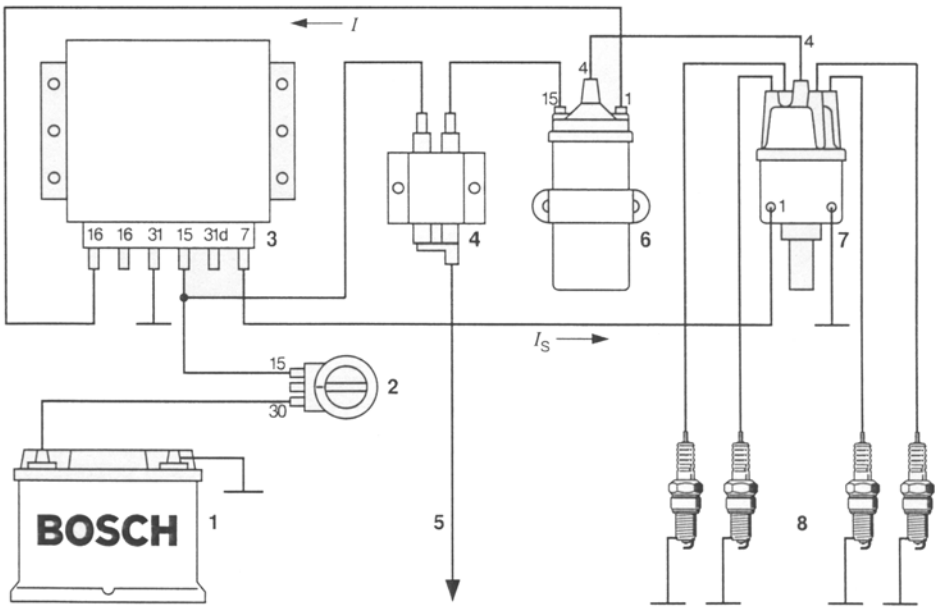
A fuga das faíscas provoca uma redução da energia disponível e um retardamento do aumento da alta tensão, principalmente em baixa rotação e em caso de partida. A vibração dos contatos, ao contrário, interfere na alta rotação devido à alta freqüência de comando dos contatos.

O contato vibra no fechamento e com isto carrega a bobina com menor intensidade justamente no momento em que o tempo de fechamento já é reduzido. A primeira característica prejudicial do platinado é eliminada na ignição transistorizada de comando por contato, mas a segunda não .

Circuito (comando)

Em uma ignição transistorizada de comando por contato a unidade de comando da ignição é conectada entre o borne 1 do distribuidor de ignição (isto é, o platinado) e o borne 1 da bobina de ignição .

Componentes e esquema de ligação da TZ-K.
*1 bateria, 2 interruptor de partida / ignição, 3 unidade de comando da ignição, 4 pré-resistores, 5 ligação do cabo para o motor de partida 6 bobina de ignição, 8 velas de ignição. **I** corrente primária, I_S corrente de comando*



Além disso a unidade de comando da ignição necessita ainda de um borne próprio 15 para a sua alimentação de energia e uma conexão à massa. A alimentação de energia do lado primário da bobina de ignição é feita através de um par de pré-resistores conectados em série.

Em caso de partida o borne 50 no motor de partida faz a ponte sobre o pré-resistor esquerdo. Desta forma é aplicada uma maior tensão de alimentação à bobina de ignição através do pré-resistor direito. Ela compensa as desvantagens que ocorrem no processo de partida e a queda da tensão da bateria.

Os pré-resistores têm a finalidade de eliminar a corrente primária de bobinas de carga rápida, de baixa resistência. Os resistores previnem a sobrecarga da bobina de ignição em baixa rotação e poupam o contato do platinado, visto que o ângulo de permanência continua sendo gerado através do ressalto do distribuidor de ignição.

Como a bobina precisa praticamente de um tempo constante para ser recarregada mas não trabalha com um ângulo de permanência fixo, há uma disponibilidade de tempo de carga muito grande em baixa rotação e muito baixa em alta rotação. Pré-resistores e uma bobina de carga rápida permitem uma otimização por toda a faixa operacional.

Nos veículos mais antigos, a TZ-K ainda faz parte do equipamento original. Nesse interim, ela foi substituída pela ignição transistorizada com sistema de ativação livre de manutenção. Como módulo de adaptação a TZ-K é ideal para aperfeiçoar sensivelmente as características de ignição de veículos com ignição por bobina de comando platinado. Recomenda-se portanto a instalação do módulo em caso de problemas gerais de ignição, principalmente nas dificuldades de partida e acentuado funcionamento de curto percurso.

IGNIÇÃO TRANSISTORIZADA COM EMISSOR HALL TZ-H

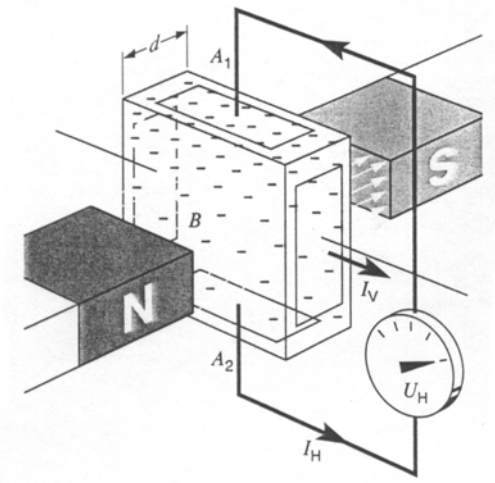
Além da ignição transistorizada de comando por contato (TZ-K) existem duas versões de ignição transistorizada com sistema de emissão de Hall (TZ-H).

Em uma das duas versões o ângulo de permanência é determinado pela configuração do rotor no distribuidor de ignição. A outra versão integra uma unidade de comando em técnica híbrida e que regula o ângulo de permanência automaticamente. Uma limitação de corrente adicional com uma bobina excepcionalmente potente fazem desta versão um verdadeiro sistema de ignição de alta potência.

Efeito Hall

Quando os elétrons se movem em um condutor transpassado pelas linhas de força de um campo magnético, esses elétrons são desviados verticalmente ao sentido da corrente e ao sentido do campo magnético: em A_1 há um excesso de elétrons e em A_2 uma deficiência dos mesmos, isto é, entre A_1 e A_2 ocorre a tensão Hall. Este chamado efeito Hall é especialmente acentuado em semicondutores.

B densidade do campo magnético, I_H corrente de *Hall*
I_V corrente de alimentação, U_H tensão de Hall, d espessura



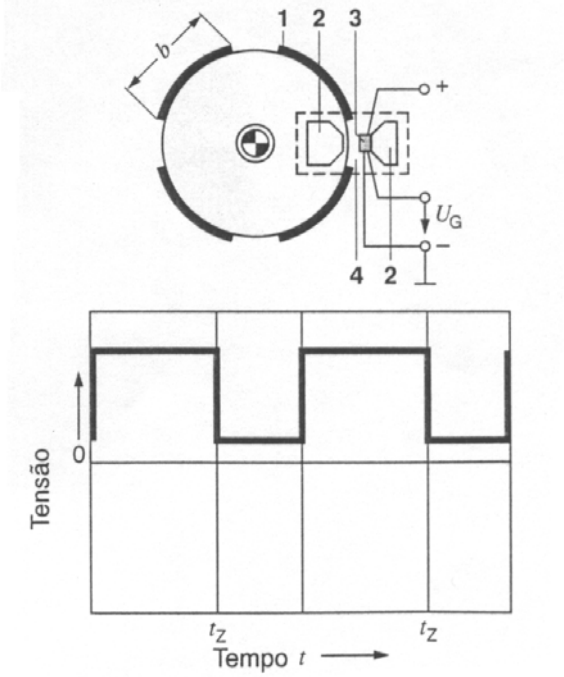
Emissor Hall

Quando o eixo do distribuidor gira, o impulsor do rotor passa livremente pelo vão (coluna de ar) cortando a barreira magnética. Quando o vão está livre, o CI instalado e, com este a camada Hall, são atingidos pelo campo magnético : o CI Hall está ligado.

Assim que um dos dois impulsores imerge no vão, grande parte do campo magnético evolui no campo do impulsor, sendo dessa forma mantido à distância ao CI. A densidade do fluxo na camada Hall desaparece exceto um pequeno resto proveniente do campo de dispersão: a tensão U_H atinge um mínimo.

O emissor Hall está instalado no distribuidor de ignição. A barreira magnética está montada sobre a base móvel.

Em cima: princípio, embaixo: Tensão do emissor I_G (tensão de Hall transformada). 1 impulsor com largura b, 2 condutores magnéticos com imã permanente, 3 IC de Hall, 4 coluna de ar (vão).



O IC Hall se apoia sobre um suporte cerâmico e é fundido em plástico com um dos elementos condutores para proteção contra umidade, sujeira e danos mecânicos. Elementos condutores e rotor impulsor consistem de um material magnético mole. Rotor de diafragma e rotor do distribuidor formam um módulo para instalação posterior.

O número de impulsores é igual ao número de cilindros. Dependendo da unidade de comando da ignição, a largura *b* de cada impulsor pode determinar o ângulo máximo de permanência deste sistema de ignição.

Consequentemente o ângulo de permanência permanecerá constante por toda a vida útil do emissor Hall; não há necessidade, portanto, de uma regulagem do ângulo de permanência. O princípio de trabalho e a constituição do emissor Hall permitem uma regulagem da ignição com o motor parado, desde que não esteja previsto um corte da corrente de repouso.

Uma modificação da ignição convencional para ignição TZ-H é perfeitamente possível em determinadas versões, mediante observação exata das instruções de instalação. A assistência técnica Bosch fornecerá informações.

Regulagem da corrente e do ângulo de permanência

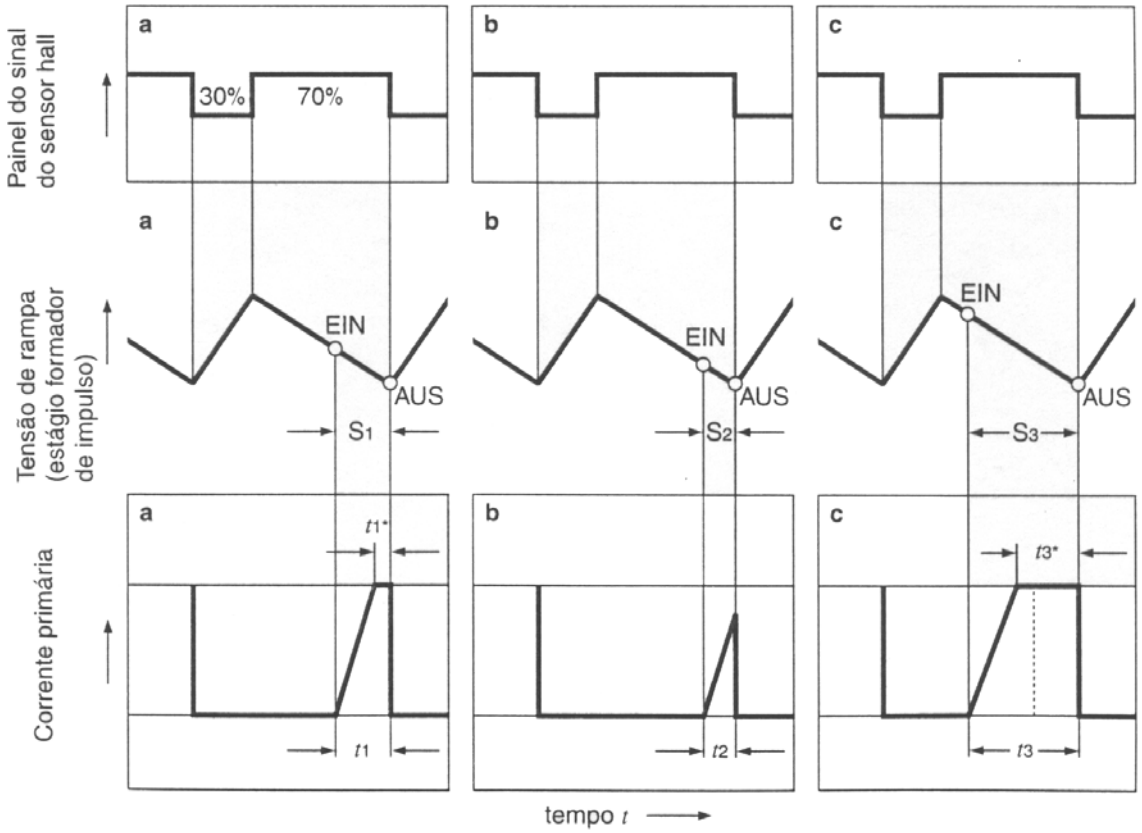
Sistemas de ignição de alta potência trabalham com bobinas de ignição que se carregam muito rapidamente. Para isto a resistência ohmica do enrolamento primário é abaixo de 1O. Em teor de informação, o sinal de uma barreira de Hall no distribuidor de ignição corresponde ao sinal de um interruptor de contato (platinado).

Em um caso o ângulo de permanência é determinado pelo ressalto de ignição, no outro caso a relação de pulso é determinada pelo rotor impulsor. Uma bobina de ignição de carga rápida não pode trabalhar com um ângulo de permanência fixo.

Portanto é necessário tomar duas medidas para a proteção da bobina: uma regulagem de corrente primária e uma regulagem de ângulo de permanência.

Variação o ângulo de permanência por deslocamento do nível Trigger no emissor de Hall

a) ângulo de permanência S_1 em ordem, b) ângulo de permanência S_2 muito pequeno, c) ângulo de permanência S_3 muito grande, t_1... t_3 tempo para estágio de saída condutivo, t_1 tempo de limitação de corrente em ordem, t_3* tempo de limitação de corrente muito grande*



Atuação da regulagem de corrente

A regulagem da corrente primária tem a função de limitar a corrente através da bobina de ignição e assim o acúmulo de energia em uma média previamente estabelecida.

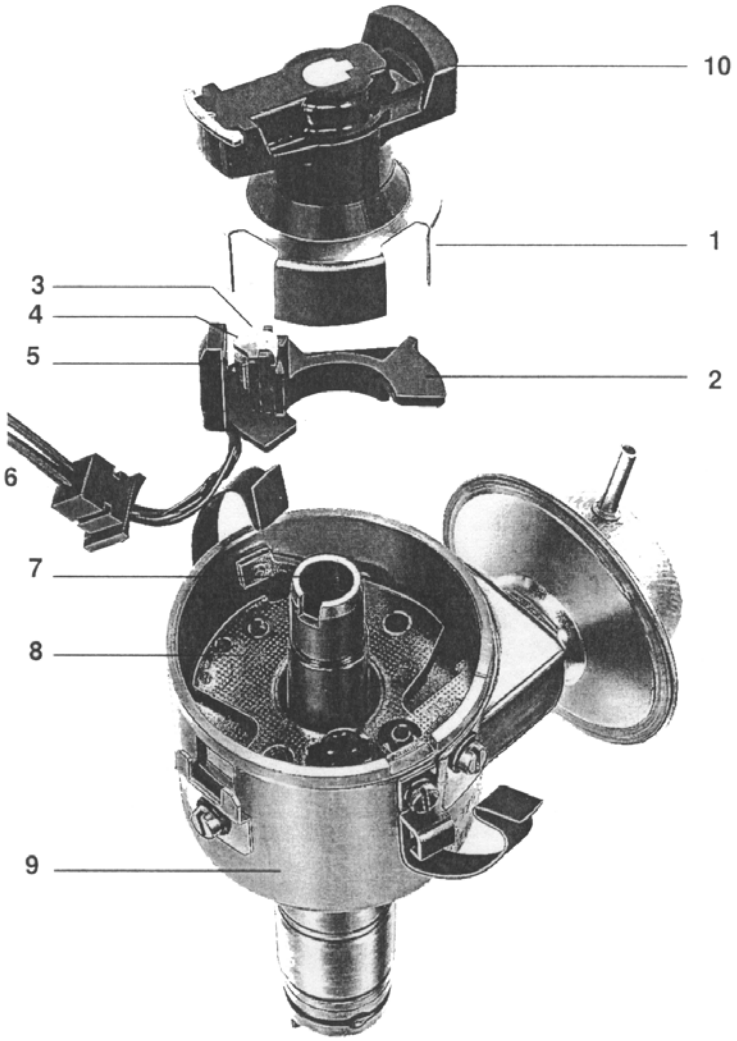
Para cobertura das relações dinâmicas na aceleração do motor é necessária uma certa correção de tempo. Isto significa que a bobina de ignição atinge sua corrente nominal já algum tempo antes do ponto de ignição.

Nesta fase de regulagem da corrente, o transistor de ignição trabalha em sua faixa ativa.

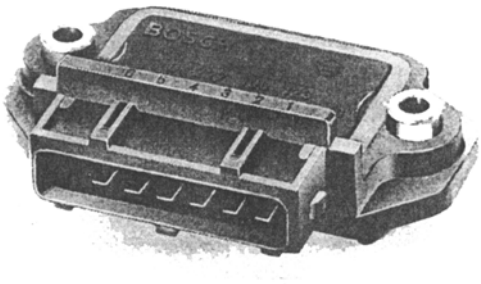
No transistor a tensão cai mais que na simples operação de comando. Isto provoca uma maior potência dissipada, que poderá estar na faixa de 20 a 30 Ù.

Para minimização dessa potência dissipada e regulagem do ângulo de permanência adequado é necessária uma regulagem de ângulo de permanência (na verdade regulagem do tempo de fechamento, porque a carga da bobina é determinada por tempo).

Distribuidor de ignição com emissor de Hall (módulo de instalação).
1 diafragmas, 2 barreira magnética, 3 elementos condutores, 4 coluna de ar, 5 suporte de cerâmica com CI Hall (fundido), 6 cabo do emissor com 3 veios, 7 eixo do distribuidor, 8 placa de apoio, carcaça do distribuidor, 10 rotor do distribuidor



Unidade de comando com estágio de saída para regulagem de corrente e ângulo de permanência



Atuação da regulagem do ângulo de permanência

Como na técnica analógica os processos de regulagem simplesmente devem ser efetuados através do deslocamento de valores de tensão, o sinal retangular do emissor Hall inicialmente é convertido em um sinal de rampa com ajuda da carga e descarga de condensadores. A relação de pulsos do emissor Hall é de 30 : 70 entre dois pontos de ignição.

No final dos 70% correspondentes à chapa do rotor impulsor está o ponto de ignição determinado pela regulagem do distribuidor de ignição. A regulagem está ajustada de modo que o tempo de regulagem da corrente R_1 corresponde exatamente à correção dinâmica necessária. Do valor de t_1 é formada uma tensão e comparada com o declínio da rampa da tensão de rampa.

No ponto de cruzamento “LIG” é ligada a corrente primária, começa o ângulo de permanência. Desta maneira, através da modificação da tensão derivada do tempo de regulagem da corrente, é possível variar à vontade o ponto de ligação do ângulo de permanência através do deslocamento do ponto de cruzamento na tensão de rampa.

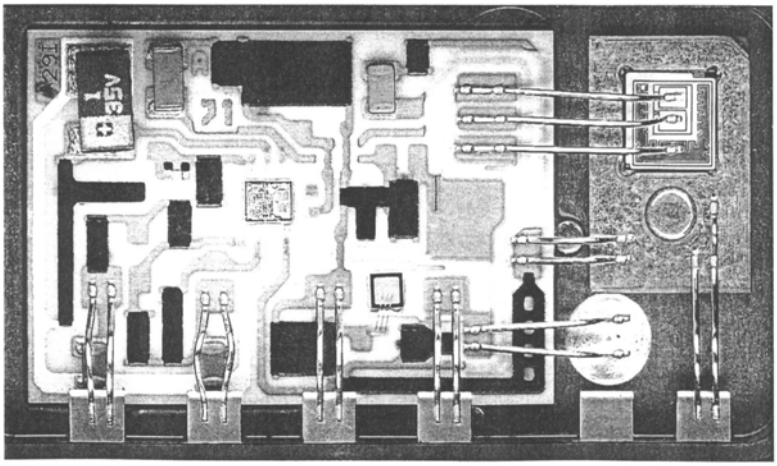
Disto resulta o ângulo de permanência correto para cada faixa de funcionamento. Como a regulagem de corrente e de ângulo de permanência dependem diretamente da corrente e do tempo, os efeitos da variação da tensão da bateria e de temperatura ou outras tolerâncias da bobina de ignição são nivelados.

Este fato torna este sistema de ignição especialmente adequado a partidas a frio. Como pode fluir corretamente primária pela forma do sinal de Hall com o motor parado e chave de ignição/ partida, as unidades de comando são equipadas com um circuito adicional, que desliga essa "corrente de repouso" após algum tempo.

Unidade de comando

Ignições transistorizadas com corrente e ângulo de permanência regulados são confeccionadas praticamente com exclusividade em técnica híbrida. Isto oferece a possibilidade de unidades de comando compactas e leves, p.ex. montados com a bobina de ignição como um único módulo.

Devido à potência dissipada que ocorre na bobina de ignição e na unidade de comando TZ, é necessário cuidar de refrigeração suficiente e bom contato térmico com a carroceria.



IGNIÇÃO TRANSISTORIZADA COM EMISSOR DE INDUÇÃO TZ-I

A ignição transistorizada com emissor de indução (TZ-I) é um sistema de ignição de alta potência como a ignição com emissor Hall. As diferenças entre esses dois sistemas de ignição são pouco significativas.

A TZ-I tem mais deslocamentos de fase em alta rotação entre ponto de ignição efetivo e flanco “Des” da tensão do emissor que a TZ-H. Isto é justificado pelo emissor de indução da TZ-I, que exerce a função de um alternador elétrico e apresenta um deslocamento de fase adicional, devido à carga através da unidade de comando.

Em alguns casos, esse efeito é até desejável para a correção da linha característica, para evitar a detonação. Devido à constituição simétrica do emissor, a TZ-I apresenta menor “oscilação de faísca” em comparação com a barreira Hall da TZ-H por sua disposição assimétrica em relação ao eixo de rotação.

Emissor de indução

Imã permanente, enrolamento de indução e núcleo do emissor de indução formam uma unidade fechada: o “estator”. Dentro dessa disposição fixa, gira o disco de impulsos assentado sobre o eixo do distribuidor de ignição, chamado de “rotor”. Núcleo e rotor são confeccionados em aço magnético mole: possuem prolongamentos em forma de ponta (pontas do estator, pontas do rotor).

O princípio de funcionamento consiste na mudança da coluna de ar (vão) entre ponta e de estator durante o giro deste último. Com ele modifica-se também o fluxo da força magnética. A modificação do fluxo induz uma tensão alternada ao enrolamento de indução.

A amplitude de tensão *Û* depende da rotação, cerca de 0,5 V em baixa e cerca de 100 V em alta rotação. A freqüência *f* dessa tensão alternada corresponde ao número de faíscas por minuto.

$$f = \frac{z \cdot n}{2}$$

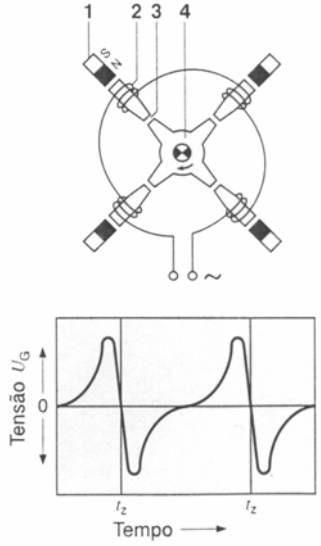
f freqüência ou número de faíscas, *z* número de cilindros, *n* rotação do motor (rpm).

Características de construção

O emissor de indução está instalado na carcaça do distribuidor de ignição, no lugar do platinado (figura 1). Externamente somente o cabo do emissor, de dois condutores, evidencia que se trata de um distribuidor de ignição com um emissor de indução.

O núcleo magnético mole do enrolamento de indução possui a forma de um disco, chamado de “disco de pólos”. O disco de pólos porta em sua parte externa p.ex. pontas dobradas em ângulo reto para cima. O rotor terá suas pontas respectivamente voltadas para baixo.

Distribuidor de ignição com emissor de indução.
Em cima: princípio, embaixo: tensão de indução. 1 imã permanente, 2 enrolamento de indução com núcleo, 3 coluna de ar variável, 4 rotor.



O disco de impulsos, comparável ao ressalto de ignição do interruptor de ignição é fixo sobre o eixo oco que envolve o eixo do distribuidor.

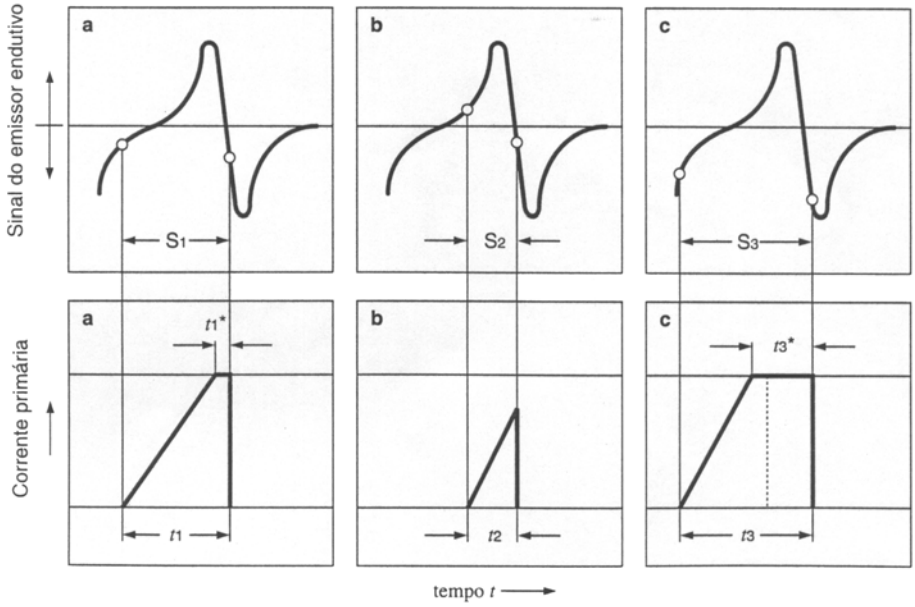
O número de pontas do disco de impulsos e disco de pólos geralmente coincide com o número de cilindros do motor. Entre as pontas fixas e móveis quando alinhadas, há uma distância aproximada de 0,4 mm.

Regulagem de corrente e ângulo de permanência

Na TZ-I a regulagem de corrente e ângulo de permanência é processada de maneira semelhante à TZ-H. Em geral exigem menos, porque normalmente não há necessidade de geração de tensão de rampa na qual o ponto de ligação do ângulo de permanência pode ser deslocado.

Variação do ângulo de permanência por deslocamento do nível de Trigger no emissor indutivo

a) ângulo de permanência S_1 em ordem, b) ângulo de permanência S_2 muito pequeno, c) ângulo de permanência S_3 muito grande, t_1... t_3 tempo para estágio de saída condutivo, t_1 tempo de limitação de corrente em ordem, t_3* tempo de limitação de corrente muito grande*



Em vez disso o sinal do próprio emissor de indução serve de rampa de tensão, através da qual é determinado o respectivo momento de ligação do ângulo de permanência, através da comparação com um sinal de tensão.

Atuação da regulagem de corrente

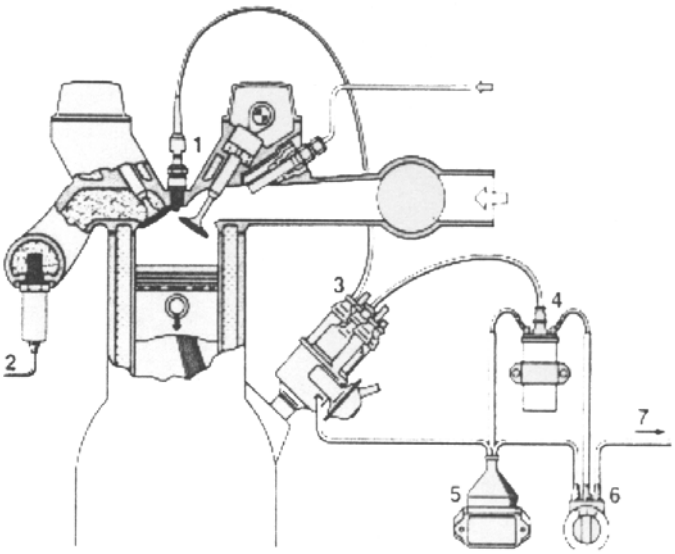
A regulagem da corrente trabalha inicialmente com um registro da corrente através da medição da queda de tensão em um resistor de baixa resistência no circuito do emissor do transistor de ignição. Através de um comando de regulagem de limitação de corrente é ativado diretamente o estágio de chaveamento do transistor de ignição (transistor Darlington).

Atuação da regulagem do ângulo de permanência

A regulagem do ângulo de permanência trabalha com a mesma tensão de medição mas alimenta um circuito de regulagem próprio. Através da avaliação do tempo em que o transistor se encontra em regulagem de corrente é possível derivar a necessária correção do ângulo de permanência.

Sistema com ignição transistorizada (TZ)

1 vela de ignição
2 sonda Lambda
3 distribuidor de ignição com avanço centrífugo e a vácuo, assim como emissor de indução ou Hall (alternativo)
4 bobina de ignição
5 unidade de comando
6 chave de ignição/partida
7 para a bateria



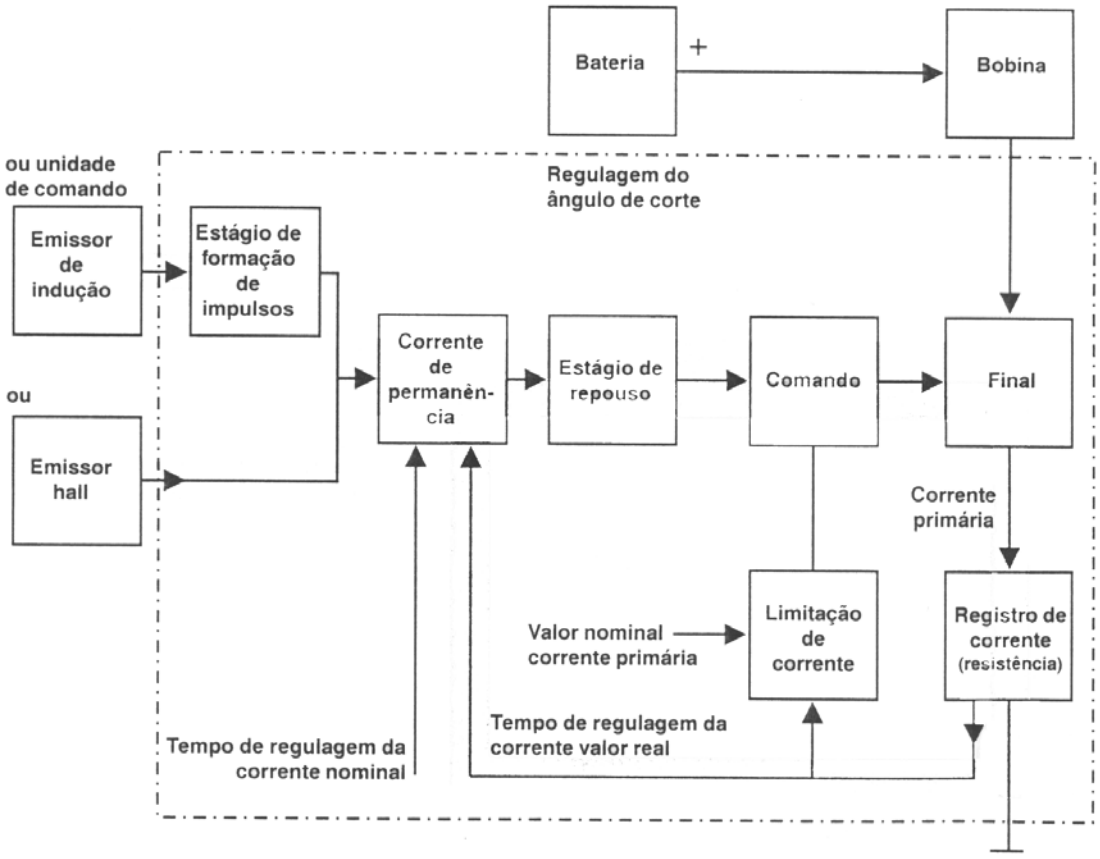
Unidade de comando

A unidade de comando de sistemas de ignição de alta potência TZ-I são confeccionadas quase exclusivamente em técnica híbrida, que reúne montagem compacta, peso reduzido e boa confiabilidade.

Caso sejam permitidos poucos dados de potência pode-se prescindir da regulagem do ângulo de permanência e eventualmente também da regulagem da corrente.

Como a relação de carga de comando do sinal processado do emissor de sistemas TZ-I diminui a redução da rotação, de acordo com aplicações isoladas as unidades de comando da TZ-I podem ter uma construção menor, sendo especialmente adequadas para uma instalação direta à carcaça de um distribuidor de ignição.

Esquema em bloco para unidade de comando com emissor Hall ou indutivo.



Assim, como também na montagem com a bobina de ignição, é possível reduzir o número de componentes de um sistema de ignição ligados por cabos.

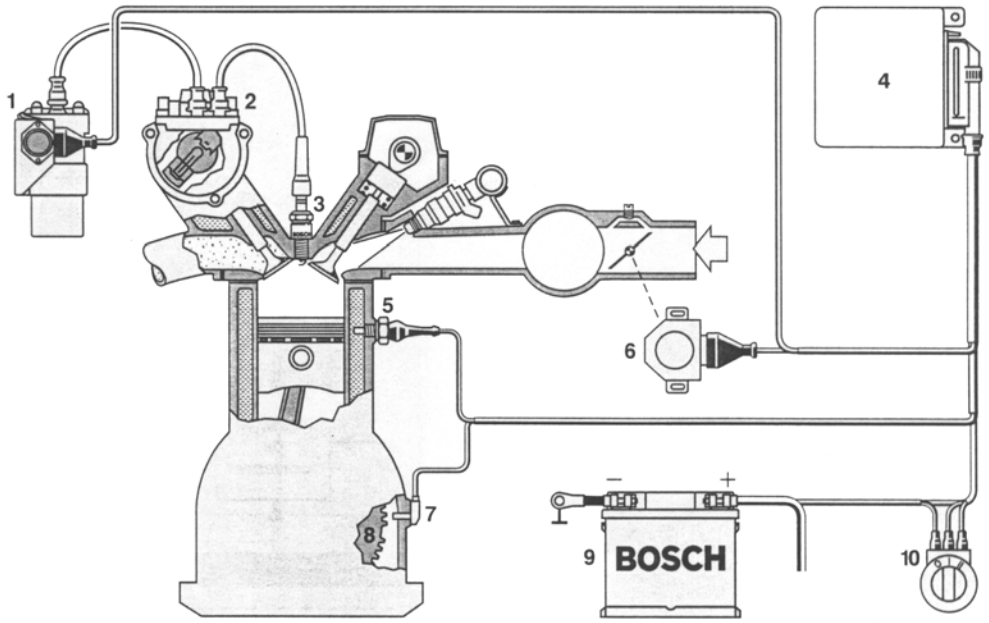
IGNIÇÃO ELETRÔNICA EZ

Distribuidores de ignição convencionais de sistemas de ignição transistorizado, com avanço do ponto de ignição controlado por vácuo ou força centrífuga, realizam somente linhas de regulagem simples. Eles correspondem portanto somente de modo limitado às exigências de um ótimo funcionamento do motor.

Na “Ignição eletrônica” (EZ) o avanço mecânico da ignição foi eliminado. Em vez disso é utilizado um sinal do sensor para ativação do processo de ignição como sinal de rotação. Um sensor de pressão adicional fornece o sinal de carga. O microcomputador calcula o avanço necessário do ponto de ignição e modifica o respectivo sinal de saída, que é transmitido à unidade de comando.

Sistema eletrônico de ignição (EZ)

1 bobina de ignição com estágio de saída da ignição acoplado,
2 distribuidor de alta tensão, 3 vela de ignição, 4 unidade de comando, 5 sensor de temperatura do motor, 6 interruptor da borboleta, 7 sensor de rotação e marca de referência, 8 disco dentado, 9 bateria, 10 chave de ignição/ partida



Vantagens

• O avanço do ponto de ignição pode ser melhor adaptado às mais diversificadas exigências impostas ao motor.

• A inclusão de outros parâmetros de comando é possível (p.ex. temperatura do motor)

• Boa performance de partida, melhor controle da rotação em marcha lenta e menor consumo de combustível.

• Registro de dados operacionais ampliado.

• Regulagem de detonação realizável.

As vantagens da ignição eletrônica são expressas com maior clareza através do mapeamento do ângulo de ignição.

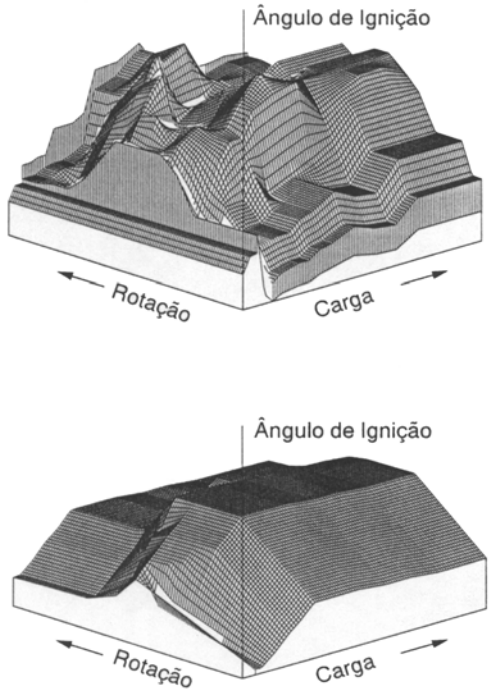
O mapeamento do ângulo de ignição apresenta, para cada possível item operacional do motor, isto é, para cada ponto de rotação e carga, o ângulo de ignição escolhido como melhor compromisso na especificação do motor.

O ângulo de ignição para um determinado ponto de operação é escolhido de acordo com os aspectos: consumo de combustível, torque, gás de escape, distância em relação ao limite de detonação, temperatura do motor, dirigibilidade, etc. Dependendo do critério de otimização, um ou outro aspecto terá maior peso.

Por esta razão o mapeamento do ângulo de ignição de uma ignição eletrônica parece muito acidentado quando comparado ao mapeamento de um sistema mecânico de avanço de ignição, com comando a vácuo ou força centrífuga.

Em caso de necessidade de apresentação adicional da influência da temperatura ou outra função de correção, seria necessário um mapeamento quadridimensional, não ilustrável para sua descrição.

Mapeamento de ângulo de ignição eletrônico otimizado (em cima), comparado ao mapeamento de ângulo de ignição de um sistema de avanço mecânico (embaixo).



Princípio de funcionamento

O sinal emitido pelo sensor de vácuo e é utilizado como sinal de carga para a ignição. Desse sinal e da rotação será aberto um mapeamento tridimensional do ângulo de ignição, que permite a programação do melhor ângulo de ignição (na vertical) para gás de escape e consumo de combustível em qualquer ponto de rotação e carga (plano horizontal).

Em todo o mapeamento, dependendo dos requisitos, existem cerca de 1000...4000 ângulos de ignição que podem ser consultados individualmente .

A linha característica de marcha lenta e freio-motor é selecionada com a borboleta fechada. Para rotações abaixo da rotação nominal na marcha lenta, o ângulo de ignição pode ser avançado para “adiantado”, para se obter uma estabilização da marcha lenta através do aumento do torque. Na operação por freio-motor foram programados ângulos de ignição coordenados com gás de escape e performance.

Em carga plena a linha respectiva é escolhida. Aqui foi programado o melhor ângulo de ignição, considerado o limite de detonação.

Para o processo de partida, é possível programar em diversos sistemas um traçado do ângulo de ignição em função de rotação e temperatura do motor. Com isto pode ser obtido um alto momento do motor, sem que ocorram contragolpes.

Dependendo dos requisitos podem ser realizados mapeamentos de diferentes complexidades ou também somente algumas poucas linhas de avanço programáveis.

Uma avanço eletrônico da ignição pode ser realizado no âmbito de diversos sistemas de ignição eletrônicos. Avanço total de ignição totalmente integrado existe p.ex. no sistema Motronic.

Mas o avanço eletrônico da ignição também pode ser realizado como complemento de uma ignição transistorizada (em forma de uma unidade adicional de avanço) ou como unidade com estágio de saída integrado.

Registro da rotação

Existem duas possibilidades para a determinação da rotação e sincronização com o virabrequim: a tomada do sinal diretamente no virabrequim ou a tomada do sinal do eixo de comando, ou de um distribuidor de ignição equipado com um emissor Hall.

As vantagens que um mapeamento da ignição oferece na forma apresentada podem ser aproveitados com a maior precisão por sensores de rotação no virabrequim.

Sinais de entrada

Rotação (posição do virabrequim) e pressão no coletor de admissão são os dois principais fatores de controle para o ponto de ignição.

Rotação e posição do virabrequim

Um sensor indutivo de impulsos que explora os dentes de uma roda dentada especial no virabrequim serve para a captação. Através da alteração do fluxo magnético produzida desta maneira, é induzida uma tensão alternada avaliada pela unidade de comando.

Para atribuição evidente da posição do virabrequim, essa roda dentado possui uma falha captada pelo sensor indutivo de impulsos e processada em um circuito especial. Também a ativação com auxílio de um emissor no distribuidor de ignição ainda encontra aplicação.

Em motores simétricos, além disso é possível ativar impulsos indutivamente através de segmentos no virabrequim. O número de segmentos aqui corresponde à metade do número de cilindros.

Carga (pressão no coletor de admissão)

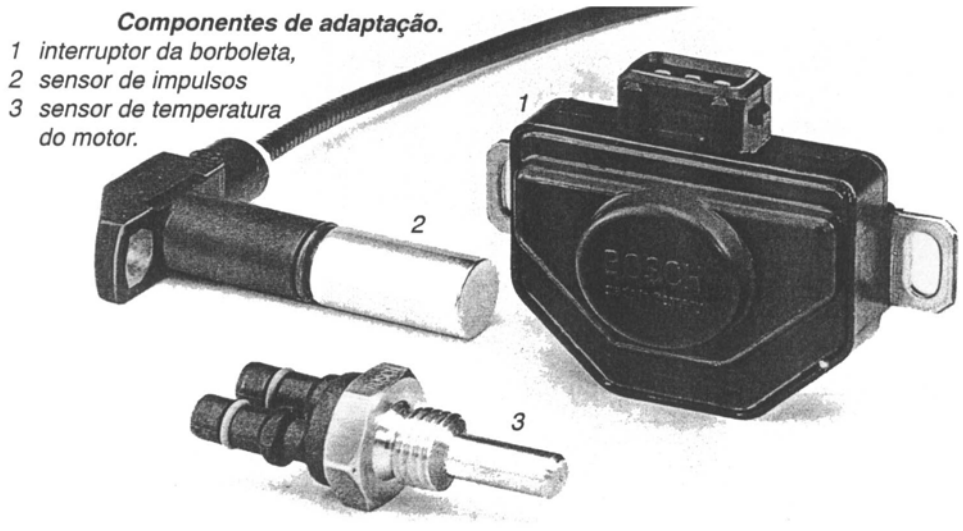
A pressão dominante no coletor de admissão atua sobre o sensor de pressão através de uma mangueira.

Ao lado da pressão no coletor de admissão, para uma medição somente indireta da carga, a massa de ar ou o volume de ar por unidade de tempo são especialmente adequados como sinal de carga porque fornecem uma melhor medida para o enchimento do cilindro: a carga efetiva.

Em motores equipados com uma injeção eletrônica a utilização do sinal de carga empregado para a preparação da mistura oferece-se por isto também para a ignição.

Posição da borboleta

O interruptor da borboleta fornece um sinal de comando na marcha lenta e na plena carga do motor.



Componentes de adaptação.
1 interruptor da borboleta,
2 sensor de impulsos
3 sensor de temperatura do motor.

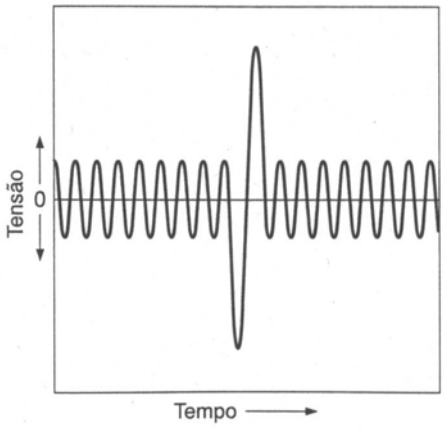
Temperatura

Um sensor de temperatura instalado no bloco do motor fornece à unidade de comando um sinal correspondente à temperatura do motor. Além, ou em vez da temperatura do motor também é possível registrar a temperatura do ar aspirado através de um outro sensor.

Tensão da bateria

A tensão da bateria também é um fator de correção registrado pela unidade de comando.

Aspecto do impulso indutivo



Processamento dos sinais

Pressão no coletor de admissão, temperatura do motor e tensão da bateria são grandezas analógicas, digitalizadas no conversor analógico/digital. Rotação, posição do virabrequim e limites da borboleta são grandezas digitais e vão diretamente ao microcomputador.

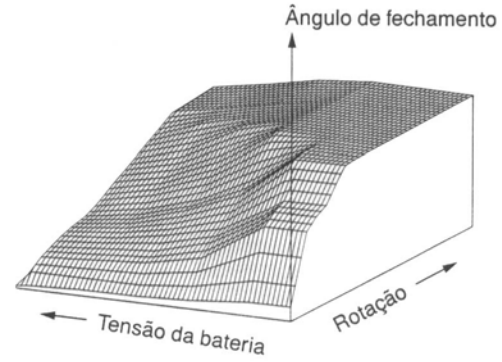
O processamento dos sinais é feito no microcomputador, que consiste do microprocessador com quartzo oscilante para produção de ciclos. Para cada ignição, o computador recalcula os valores atualizados para o ângulo de ignição e o tempo de fechamento, para poder oferecer um ótimo ponto de ignição como grandeza de entrada ao motor, em qualquer ponto de operação.

Sinal de saída da ignição

O circuito primário da bobina de ignição é comando por um estágio de saída (de potência) na unidade eletrônica de comando. O tempo de fechamento é controlado de modo que a tensão secundária possa permanecer constante, independente de rotação e tensão da bateria.

Como para cada ponto de rotação e tensão da bateria, o tempo de fechamento ou o ângulo de permanência são redefinidos; é necessário um outro mapeamento: o mapeamento do ângulo de fechamento .

mapeamento do ângulo de fechamento.



Ele contém uma rede de pontos de apoio, entre os quais é feita a interpolação, como no mapeamento do ângulo de ignição.

Através da utilização de um mapeamento do ângulo de fechamento deste tipo, é possível dosar a energia acumulada na bobina de ignição com fineza semelhante à regulagem do ângulo de permanência.

Mas também existem sistemas de ignição eletrônicos nos quais uma regulagem do ângulo de permanência está sobreposta ao mapeamento do ângulo de permanência, que otimiza o mesmo para cada cilindro individualmente e independente um do outro.

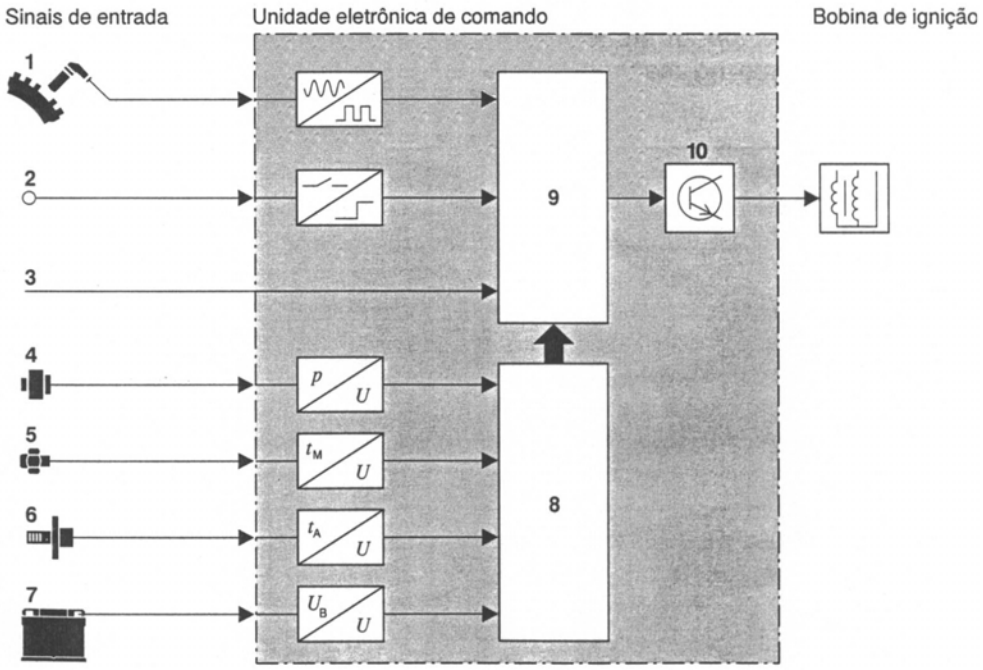
Unidade de comando

Como mostra o esquema em bloco, o núcleo da unidade de comando para a ignição eletrônica consiste de um microcomputador.

Esse microcomputador contém todos os dados, inclusive mapeamentos e os programas para registro das grandezas de entrada e para cálculo das grandezas de saída. Como os sensores são principalmente elementos de montagem predominantemente eletromecânicos, adaptados à precária área de atuação do motor, é necessário processar os sinais para o computador.

Circuitos de formação de impulsos transformam impulsos provenientes dos sensores (p.ex. sinal do sensor de rotação) em sinais digitais definidos. Sensores p.ex. para temperatura e pressão, muitas vezes possuem um sinal elétrico analógico como sinal de saída. Esse sinal analógico é digitalizado em um conversor analógico – digital, e enviado ao microcomputador. O conversor analógico – digital também pode ser integrado ao microcomputador .

Processamento de sinais na unidade de comando eletrônico da ignição (esquema em bloco).
1 rotação do motor, 2 sinais dos interruptores, 3 CAN (Bus serial), 4 pressão no coletor de admissão, 5 temperatura do motor, 6 temperatura do ar aspirado, 7 tensão da bateria, 8 conversor analógico / digital, 9 microcomputador, 10 estágio de saída de ignição



Para que os dados de mapeamento possam ser modificados até pouco antes do início da produção em série, existem unidades de comando com memória programável eletronicamente, geralmente em forma de EPROM (Electronically Programable Read Only Memory).

Estágio de saída da ignição

O estágio de saída da ignição pode ser (como demonstrado no esquema em bloco) embutido na unidade de comando ou externo, quase sempre instalado combinado com a bobina de ignição.

Nos estágios finais de ignição externos em geral a unidade de comando está instalada no compartimento de passageiros no lado do carona, raramente este também ocorre com unidades de comando com estágio de saída de ignição integrado.

Quando as unidades de comando com estágio de saída da ignição são acondicionadas no ambiente do motor, elas requerem uma dissipação de calor especialmente eficiente. Isto é obtido através do emprego da técnica híbrida.

Elementos semicondutores e, consequentemente também o estágio de saída, são instalados diretamente sobre o corpo refrigerador que assegura o contato térmico com a carroceria. Em função disto as unidades de comando podem ser operadas em temperaturas ambientes de até 100ºC. Além disso os aparelhos híbridos possuem a vantagem de serem pequenos e leves.

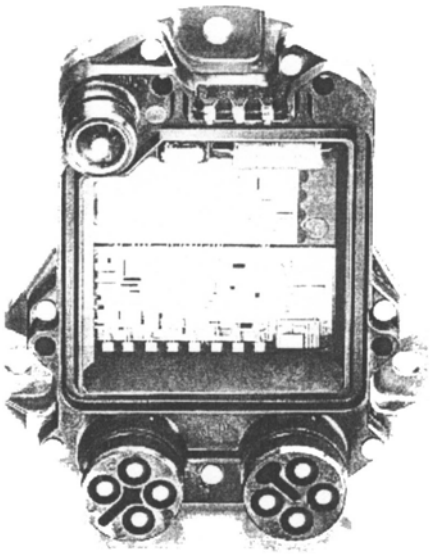
Outras grandezas de saída

Dependendo da aplicação, além do estágio de saída da ignição existem atuadores para outras grandezas de saída. Um exemplo são as saídas para sinais de rotação e sinais de condição para outras unidades de comando como injeção, sinais de diagnóstico, sinais de comando para ativação de bombas injetoras ou relês, e assim por diante.

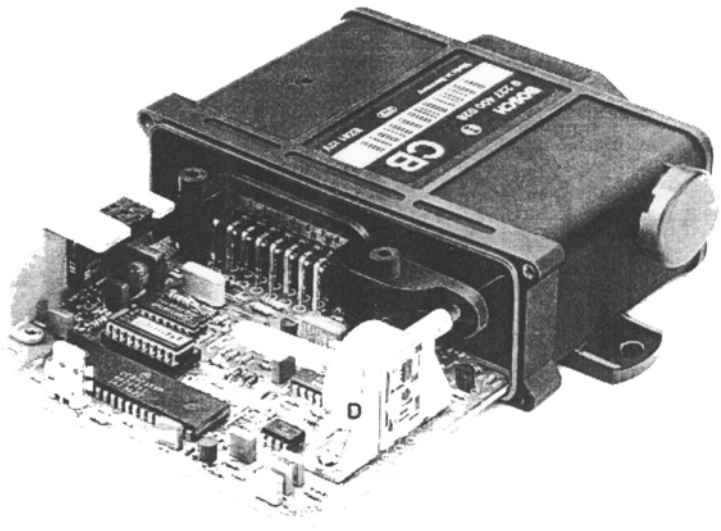
A ignição eletrônica é especialmente adequada à combustão com outras funções de controle do motor . Junto com uma injeção eletrônica surge assim em uma única unidade de comando a versão básica do sistema Motronic.

Uma forma também amplamente difundida, é a reunião da ignição eletrônica com uma regulagem de detonação. Esta combinação se oferece principalmente porque, para evitar a detonação no motor, o atraso do ângulo de ignição é a viabilidade de intervenção mais rápida e eficiente.

Unidade de comando EZ em técnica híbrida.



Unidade de comando EZ com regulagem de detonação em placas de circuitos impressos.



IGNIÇÃO TOTALMENTE ELETRÔNICA VZ

A “ignição totalmente eletrônica” (VZ) é identificada por duas características: ela contém as funções da ignição eletrônica e dispensa a distribuição rotativa de alta tensão através de um distribuidor de ignição.

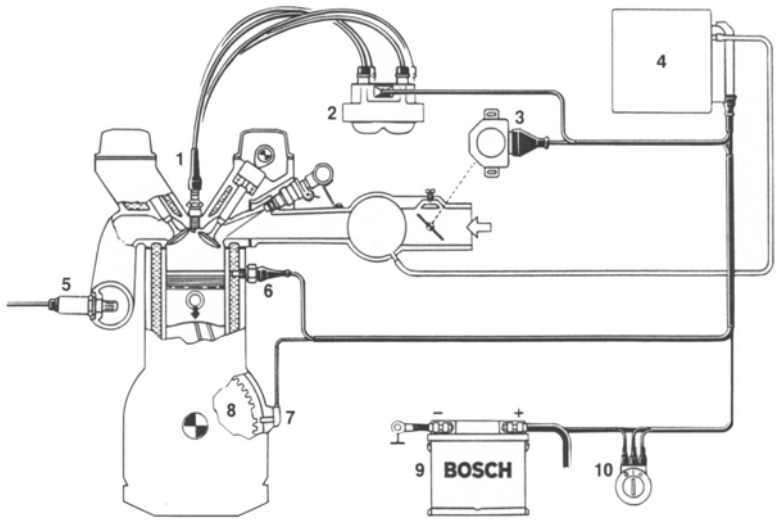
Vantagens

A distribuição estática ou eletrônica de tensão oferece vantagens significativas:

- nível de interferências eletromagnéticas sensivelmente inferior, devido à eliminação das faíscas livres,
- não há partes rotativas,
- redução do ruído,
- menor número de conexões de alta tensão e
- vantagens construtivas para o fabricante do motor.

Os dados de potência de um ignição totalmente eletrônica são comparáveis aos de uma ignição eletrônica.

Sistema de ignição totalmente eletrônico (VZ).
1 vela de ignição, 2 bobina de ignição de faísca dupla (2x),
3 interruptor da borboleta, 4 unidade de comando com estágios de saída integrados, 5 sonda Lambda, 6 sensor de temperatura do motor, 7 sensor de rotação e de marca de referência, 8 disco dentado, 9 bateria, 10 chave de ignição / partida.



Distribuição da tensão

Distribuição com Bobinas de ignição de faísca dupla

Em lugar do distribuidor de ignição, no caso mais simples, p.ex. no motor de quatro cilindros, são empregadas bobinas de ignição de faísca dupla. As duas bobinas de faísca dupla são ativadas cada uma por um estágio de saída da ignição.

No ponto de ignição, determinado através do mapeamento controlado pelo microcomputador, como em uma ignição eletrônica, uma bobina de ignição de faísca dupla produz duas faíscas de ignição simultaneamente.

As duas velas de ignição onde ocorrem as faíscas são conectadas eletricamente em linha com a bobina de ignição, de modo que em cada saída de alta tensão da bobina seja conectada uma vela de ignição.

As velas de ignição deves ser dispostas de modo que uma das velas (como desejado) acenda no ciclo de trabalho do cilindro, enquanto a outra acenda no ciclo de escape do cilindro, deslocado em 360º. A um giro do virabrequim posterior, os respectivos cilindros estarão a dois ciclos de trabalho adiante e as velas acenderão novamente, mas agora com papéis trocados.

A segunda bobina de faísca dupla também gera duas faíscas mas deslocadas em 180º de ângulo de virabrequim em relação às primeiras. No exemplo do motor de quatro cilindros, podemos identificar que os cilindros 1 e 4, assim como os cilindros 3 e 2, sempre acendem simultaneamente.

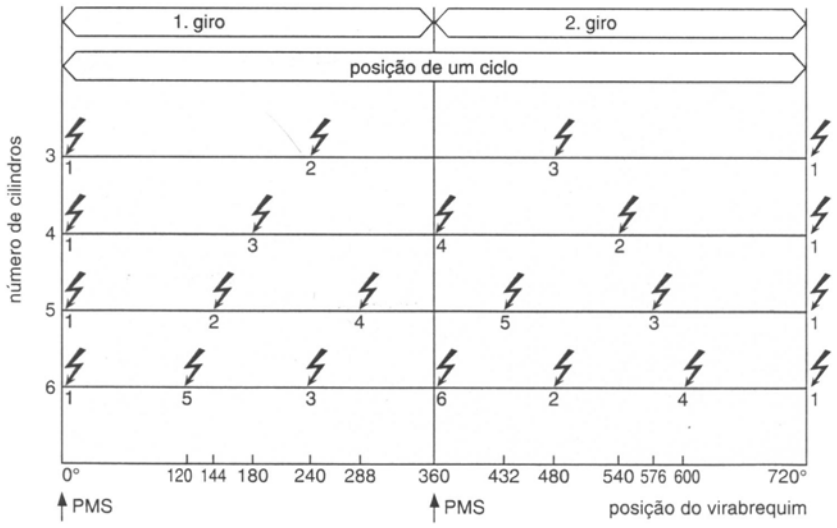
Além disso, para a bobina de ignição de faísca dupla que deverá acender a seguir é necessário um sinal que caracteriza o início de um giro. No exemplo apresentado o sinal do PMS sinaliza que no grupo de cilindros 1 e 4 deve ser ativada uma ignição. O computador reconhece quando o virabrequim chegou ao deslocamento de 180º e provoca a ignição no grupo de cilindros 3 e 2 com a outra bobina de faísca dupla.

No início do segundo giro o sinal do PMS aparecerá novamente e provocará novamente a ignição no grupo de cilindros 1 e 4. A sincronização forçada também assegura que em caso de qualquer interferência a seqüência da ignição não saia do ritmo. Somente motores com número par de cilindros (p.ex. 2, 4, 6) são adequados para esse tipo de distribuição estática de tensão .

A metade do número de cilindros indica a quantidade de bobinas necessárias. O esquema da ignição totalmente eletrônica mostra um sistema com distribuição por duas bobinas de faísca dupla.

O sensor de marca de referência no virabrequim serve, além do cálculo do ângulo de ignição, também para a ativação da bobina correta.

Seqüência de ignição de motores de quatro tempos durante dois giros de virabrequim (ciclo)
Motores com número par de cilindros fornecem um sinal claro para a ignição dos grupos de cilindros no PMS (0° e 360°).



Distribuição com Bobinas de ignição de faísca simples

Uma ignição totalmente eletrônica para cilindros em número ímpar (p.ex. 3,5) requer uma bobina própria para cada cilindro (bobinas de ignição de faísca simples em ligação com a ignição totalmente eletrônica também são adequadas para número par de cilindros).

A distribuição efetiva de tensão para as bobinas de ignição é feita no lado de baixa tensão em um módulo de potência com lógica de distribuição.

No número ímpar de cilindros, um ciclo passa por dois giros do virabrequim; por isto, neste caso, um sinal do PMS do virabrequim não é suficiente. Para a sincronização deverá ser gerado um sinal do eixo de comando a cada giro do mesmo.

Distribuição com bobinas de ignição de faísca quádrupla

Uma outra possibilidade para a distribuição estática de tensão, é uma bobina de ignição de faísca quádrupla, que contém dois enrolamentos primários e um enrolamento secundário.

Os dois enrolamentos primários são excitados por dois estágios de saída de ignição. O enrolamento de alta tensão possui dois diodos em cada saída. De cada um desses diodos sai um condutor de alta tensão para cada uma das velas de ignição.

Isto faz com que sejam geradas alternadamente, desativadas pelos diodos, duas faíscas como na bobina de ignição de faísca dupla.

Demanda de tensão

Como nas bobinas de ignição de faísca dupla e quádrupla as velas de ignição estão conectadas em linha, ocorre uma demanda adicional de tensão de um kilovolt na vela que acende no ciclo de escape, mas compensada pela ausência da distância da faísca do distribuidor de ignição. Além disso, em cada grupo de cilindros, existe um acoplamento “falso” de uma vela de ignição. Isto significa que o eletrodo central é positivo, não como normalmente, negativo. Em função disto a demanda de tensão também aumenta um pouco.

BOBINAS DE IGNIÇÃO

Apresentação

Bobinas de ignição de faísca dupla, como também as bobinas de faísca quádrupla, normalmente são apresentadas em material plástico. O formato de construção compacto e a grande área na parte superior possibilitam a este tipo de bobina de ignição a disposição de duas conexões de alta tensão separadas. O resfriamento e a fixação das bobinas e feito através do núcleo saliente .

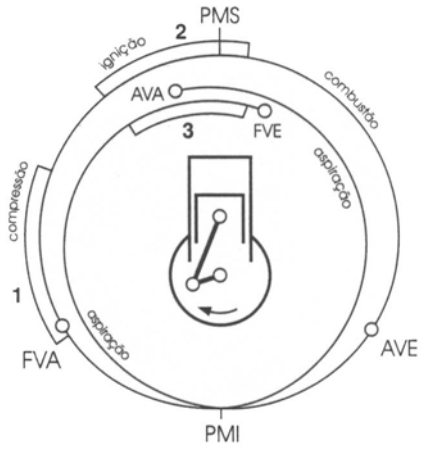
Bobina de faísca dupla.

Funcionamento

No ciclo de um motor de quatro tempos (dois giros), reconhece-se como as faíscas de ignição de uma bobina de faísca dupla ocorrem no traçado dos ciclos do motor. A primeira rotação começa logo após AVA (abertura da válvula de admissão) e dura até o PMS (ponto morto superior).

A segunda rotação começa no PMS e termina pouco antes do FVE (fechamento da válvula de escape). No ciclo de trabalho a ignição ocorre na área identificada pouco depois do PMS, de acordo com a posição do ponto do mapeamento da ignição .

ocorrência da faísca de ignição em uma bobina de faísca dupla no ciclo de um motor de quatro tempos.
1 faixa de acionamento (início) da corrente primária , 2 faixa de ignição da primeira, faísca, 3 faixa de ignição da segunda faísca PMS ponto morto superior, PMI ponto morto inferior, AVA abertura da válvula de admissão, FVA fechamento da válvula de admissão, AVE abertura da válvula de escape, FVE fechamento da válvula de escape.



O ângulo de fechamento começa na área sombreada de cinza a partir de FVA, isto é, a corrente primária da bobina é ativada. O ponto de ativação nessa faixa desloca-se simultaneamente junto com o ponto de ignição e de acordo com o mapeamento do ângulo de permanência (com rotação e tensão da bateria) em relação ao ponto de ignição.

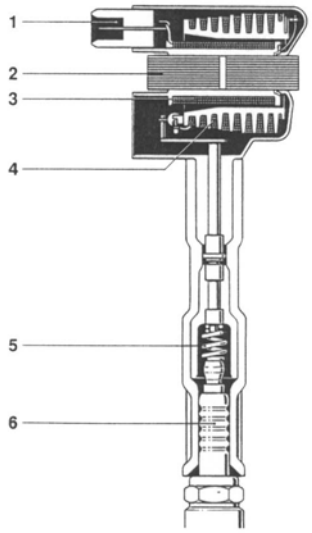
A segunda faísca de ignição de uma bobina de faísca dupla ocorre no final do ciclo de escape, porque as duas faíscas são geradas simultaneamente, isto é, na mesma posição angular do virabrequim.

Por essa razão, a faísca pode saltar ainda no ciclo de escape, quando a válvula de admissão abre novamente. Isto é especialmente crítico em caso de grande cruzamento de válvulas (sobreposição do tempo de abertura de válvula de admissão e de escape).

Atribuição estática de tensão com bobinas de ignição de faísca simples, necessita do mesmo número de estágios de saída e bobinas de ignição quantos forem os cilindros.

Bobina de ignição de faísca sim-

1 ligação de baixa tensão externa
2 núcleo de ferro lamimado, 3 enrolamento primário,
4 enrolamento secundário, 5 conexão de alta tensão interna através de contato de mola, 6 vela de ignição.



Nesses casos, oferece-se a possibilidade de acoplar o estágio de saída de potência com a bobina de ignição. Com isto os cabos de alta e média tensão entre transistor de ignição e bobina são reduzidos um mínimo.

Unidade de comando

A unidade eletrônica de comando da ignição totalmente eletrônica é idêntica à unidade da ignição eletrônica.

O estágio de saída da ignição pode ser integrado à unidade de comando (p.ex. com bobinas de ignição de faísca dupla ou quádrupla) ou externa, dispostos em um módulo de potência com lógica de distribuidor, ou em combinação com a respectiva bobina de ignição (p.ex. no caso de bobinas de ignição de faísca simples).

Risco de Acidente

Todos os sistemas de ignição elétricos são instalações de risco. É fundamental que nos trabalhos no sistema de ignição, a ignição esteja desligada ou a fonte de tensão desconectada.

Esses trabalhos são p.ex.:

- Substituição de peças como velas de ignição, bobinas ou transformadores de ignição, distribuidor de ignição, cabo de ignição, etc.

- A conexão de aparelhos de teste de motor como lâmpada de ponto, analisador de ângulo de permanência / rotação, osciloscópio de ignição, etc.

Em caso de teste com a ignição ligada ocorrem tensões perigosas em todo o sistema. Os trabalhos de teste devem portanto ser realizados somente por pessoal técnico especificamente treinado.

REGULAGEM DE DETONAÇÃO

Funções básicas

Limite de detonação

A operação com catalisador requer um funcionamento do motor com gasolina livre de chumbo, com um coeficiente de mistura λ =1. Ate recentemente, o chumbo era misturado à gasolina como agente anti-detonante, para permitir um funcionamento livre de detonação em condições de alta compressão.

Utilizando gasolina livre de chumbo, espera-se normalmente uma condição de baixa compressão e maior consumo de combustível.

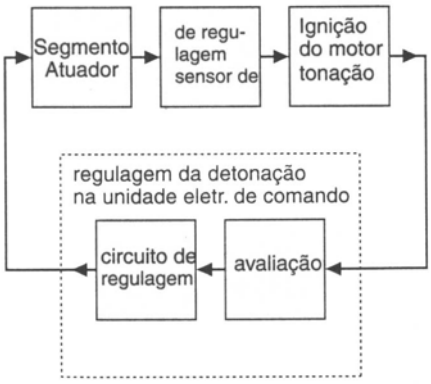
“Detonar” ou “bater”, uma forma descontrolada de combustão, pode levar a danos no motor quando ocorre com muita freqüência e muita intensidade.

Por esta razão, o ângulo de ignição normalmente é definido de modo que apresente sempre uma distância de segurança em relação ao limite de detonação.

Mas como o limite de detonação também depende da qualidade do combustível, condições do motor e condições ambientais, essa distância de segurança representa uma piora no consumo de combustível, em função do ângulo de ignição muito atrasado.

Esta desvantagem pode ser evitada quando o limite de detonação for registrado durante o funcionamento e o ângulo de ignição for regulado de acordo com ele. Esta função é assumida pela regulagem da detonação .

Esquema da regulagem de detonação



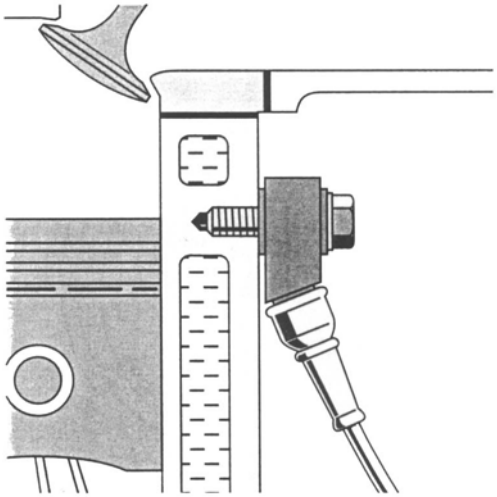
Sensor de detonação

Até hoje ainda não é possível detectar o limite de detonação sem que ocorra o batimento. Durante a regulagem ao longo do limite de detonação sempre ocorrem batimentos isolados.

O sistema entretanto é adaptado aos respectivos tipos de veículos, de modo que o batimento não seja audível, excluindo assim com segurança a possibilidade de danos.

O sensor de detonação serve de registro de medição dos ruídos característicos que aparecem em caso de batimento, os transforma em sinais elétricos e os transmite à unidade eletrônica de comando .

Sensor de detonação como freqüência própria acima de 25 kHz.



O local de instalação do sensor de detonação é escolhido de maneira que o batimento de cada cilindro possa ser detectado com segurança em qualquer circunstância.

Geralmente ele se encontra no lado plano do bloco do motor. Para seis cilindros ou mais, geralmente não basta um sensor de detonação para o registro de todos os cilindros. Nesses casos são empregados dois sensores de detonação por motor, comutados de acordo com a seqüência de ignição.

Unidade de comando

Os sinais dos sensores são interpretados na unidade eletrônica de comando. Para cada cilindro individual é formado um nível de referência próprio, que se adapta constante e automaticamente às condições operacionais.

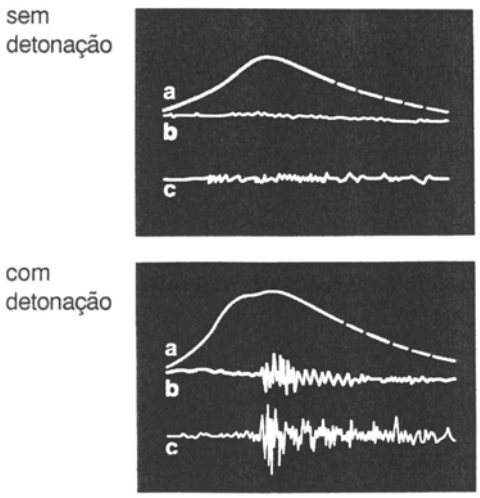
Uma comparação com o sinal útil, obtido através do sinal do sensor por meio de filtração e integração dentro de um segmento de ângulo do virabrequim, indica para cada combustão dentro de cada cilindro, se está ocorrendo detonação.

Quando este for o caso, o ponto de ignição será "atrasado", por exemplo 3º (ângulo do virabrequim), somente nesse cilindro. Este processo repete-se para cada cilindro individualmente, a cada combustão reconhecida como apresentando detonação.

Não havendo mais detonação, o ponto de ignição é reajustado lentamente e em pequenos passos para "adiantado", até o valor do seu mapeamento.

Como em um motor o limite de detonação muda de cilindro para cilindro, e varia intensamente no âmbito da faixa operacional, no funcionamento prático isto resulta em um ponto de ignição próprio para cada cilindro.

Sinais do sensor de detonação.
a) curva de pressão no cilindro,
b) sinal de pressão filtrado,
c) sinal do sensor de detonação



Este tipo de reconhecimento “seletivo” do limite de detonação de cada cilindro e sua respectiva regulagem, permite uma otimização do grau de eficiência do motor e do consumo de combustível.

Quando o veículo é projetado para funcionamento com “gasolina super, livre de chumbo” com a regulagem de detonação ele também pode funcionar com “gasolina comum, livre de chumbo” sem risco de danos. No funcionamento dinâmico aumenta assim a freqüência da detonação.

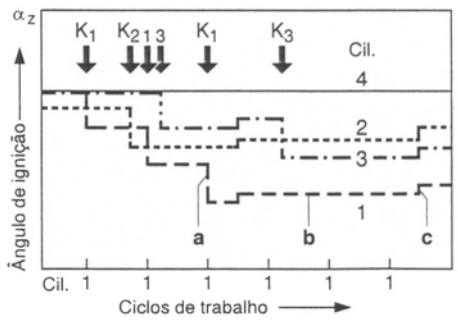
Para sua prevenção é possível gravar na unidade de comando um mapeamento próprio do ângulo de ignição para cada um dos tipos de combustível na unidade eletrônica de comando.

O motor funcionará então após a partida com o “mapeamento super” e mudará para “mapeamento normal” quando o limite previamente estabelecido para a freqüência de detonação for ultrapassado. O motorista não percebe essa comutação, apenas ocorre uma ligeira piora na potência e no consumo de combustível.

Um veículo projetado para gasolina super com sistema de ignição convencional não pode funcionar com gasolina normal sem o risco de danos por detonação, enquanto um veículo projetado para gasolina normal não apresenta vantagens em relação a consumo e potência quando funciona com gasolina super.

Regulagem de detonação

Algoritmo de regulagem na intervenção da ignição em um motor de quatro cilindros.K_1 ... K_3 detonação no cilindro 1 ... 3 (sem detonação no cilindro 4).a) avanço atrasado, b) largura de faixa para avanço adiantado, c) avanço adiantado



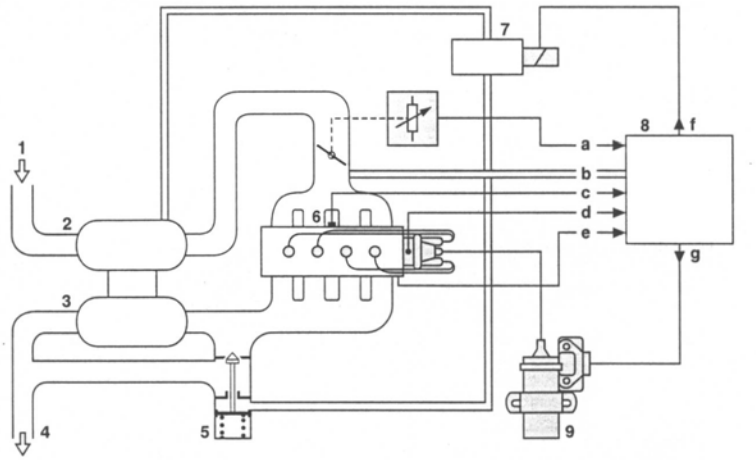
Regulagem de detonação em motores Turbo

A pressão da carga é comandada pela potência de acionamento da turbina de gás de escape. A intervenção é feita através do diâmetro de abertura da válvula de descarga em bypass, acrescida da pressão de comando através de uma válvula eletromagnética.

Um mapeamento armazena os valores de comando para a válvula eletromagnética. Através do mapeamento, a pressão de carga é acrescida somente na medida correspondente à exigência do motor, conforme vontade do motorista (posição do pedal do acelerador).

As vantagens em relação a motores turbo convencionais são: baixa atividade do alimentador na carga parcial, baixa contra-pressão do gás de escape, baixo teor de resíduos de gás de escape no cilindro, baixa temperatura do ar de carga, linha de carga total livremente selecionável para a pressão de carga através da rotação, carga mais suave do turboalimentador, melhor performance.

Regulagem de detonação através da combinação entre ignição eletrônica e regulagem de pressão de carga.
1 ar aspirado, 2 alimentador, 3 turbina, 4 gás de escape, 5 válvula de comando, 6 sensor de detonação, 7 válvula moduladora, 8 unidade de comando, 9 bobina de ignição com estágio de saída de ignição acoplado. Sinais: a) posição de borboleta, b) pressão do coletor de admissão, c) sinais de detonação, d) impulsos de ignição, e) temperatura do motor, f) posição da válvula moduladora, g) ponto de ignição



Na regulagem do mapeamento da pressão de carga, a regulagem de avanço é subordinada a um circuito de regulagem. Um sensor de pressão mede a pressão no coletor de admissão, que será comparada aos valores de um mapa armazenado.

Em caso de variações entre valor nominal e valor real, a pressão será regulada através da válvula eletromagnética. As vantagens da regulagem da pressão de carga comparadas ao comando: tolerâncias de componentes e desgaste, principalmente em válvulas de gás de escape em bypass e turboalimentadores, não influem sobre a pressão de carga.

Na utilização de um sensor de pressão absoluta, além disso a pressão de carga poderá ser realizada dentro de uma ampla faixa independente da intensidade da pressão externa (correção de altitude).

Em caso de detonação há um atraso do ponto de ignição no cilindro onde ocorre a detonação, como no motor aspirado.

Além disso será processada uma redução da pressão de carga se o atraso de pelo menos um cilindro tiver ultrapassado um determinado valor previamente estabelecido.

Esse valor está armazenado na unidade eletrônica de comando como mapeamento dependente da rotação. Seu valor é determinado de acordo com a temperatura máxima do gás de escape na entrada da turbina.

O algoritmo de regulagem (algoritmo: processo de cálculo segundo um determinado esquema) com rápida redução da pressão, e aumento lento e progressivo até o valor nominal, assemelha-se à regulagem do ângulo de ignição, mas com constante de tempo evidentemente maior.

A coordenação de ambos os algorítmos de regulagem ocorre mediante observação da freqüência da detonação, performance de tempo do motor, válvula de gás de escape em bypass e turboalimentador, temperatura do gás de escape, dirigibilidade e estabilidade da regulagem.

As vantagens desta regulagem combinada, em comparação com a regulagem do ângulo de ignição pura e simples: melhora do grau de eficiência do motor, redução da temperatura de carga do motor e turboalimentador, redução da temperatura do ar de carga.

Vantagens em relação à regulagem da pressão de carga pura e simples: resposta rápida da regulagem em caso de detonação, boa performance dinâmica do motor, estabilidade de regulagem, dirigibilidade.

Funções especiais

Ao lado das funções básicas de reconhecimento e regulagem da detonação, mapeamento de ângulo de ignição, ângulo de permanência e eventualmente mapeamento da pressão de carga, é possível, por exemplo, medir a pressão no coletor de admissão através de um sensor de pressão na unidade de comando como informação de carga ou, processar um sinal de carga disponível de uma injeção de combustível.

Temperatura da água de arrefecimento ou do ar aspirado podem ser consideradas como fatores de correção.

Quando necessário, é possível realizar também o corte de combustível no freio motor, estabilização da marcha lenta, limitação de rotação através do desligamento da ignição ou da bomba de combustível e um controle da bomba de combustível.

Além disso, em caso de falha do processador – condição que será avisada (indicada) ao motorista – é possível um funcionamento de emergência que impede a imobilização do veículo.

Nos motores turbinados pode ser emitido um sinal de carga plena dependente da rotação, assim como a redução da pressão de carga, em conseqüência de detonação.

Segurança e diagnóstico

Todas as funções da regulagem de detonação que podem levar a danos no motor em caso de falha, exigem um monitoramento. Em caso de ocorrência de falha de funcionamento, ela deverá ativar a transição para um funcionamento à prova de danos.

A transição para o modo de segurança poderá ser avisada ao motorista no painel de instrumentos. Na inspeção do veículo poderá ser feita a leitura exata da falha através de um código de impulsos.

O que é monitorado:

1. O sensor de detonação inclusive chicote, é monitorado permanentemente durante o funcionamento acima de uma rotação limite. Identifica uma falha, o ângulo de ignição é atrasado em alguns graus, na faixa de mapeamento onde a regulagem de detonação estiver ativa; no motor turbo, ocorre simultaneamente uma redução da pressão da carga.

2. A eletrônica de avaliação até o processador abaixo de uma rotação limite: uma falha detectada leva à mesma reação que a descrita anteriormente.

3. O sinal de carga, permanentemente, durante o funcionamento. Em caso de falha são utilizados os ângulos de ignição de plena carga, com ativação simultânea e permanente da regulagem de detonação. Outros sensores e sinais são monitorados dependendo da aplicação e constatados em sua reação (p.ex. sensor de temperatura).

ELEMENTOS DE LIGAÇÃO

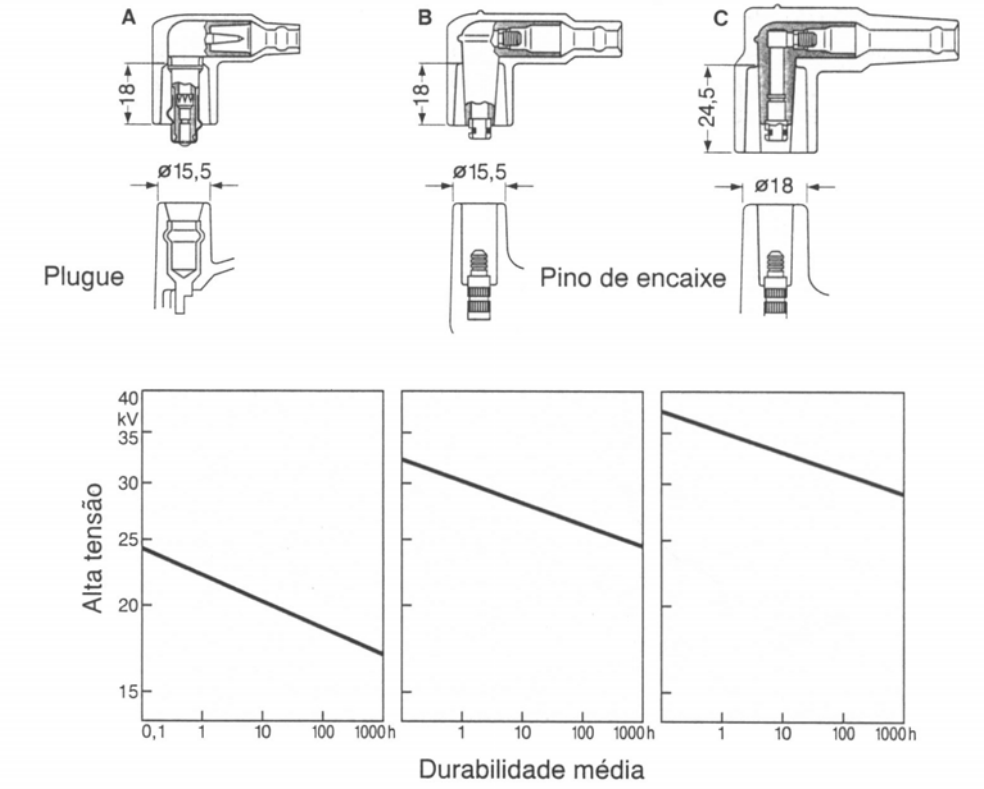
A tarefa dos elementos de ligação é a transmissão segura da alta tensão da bobina de ignição através do distribuidor, até a vela de ignição.

Dependendo das exigências feitas ao motor e, portanto, à ignição, existem diversas possibilidades de técnicas de ligação.

Plugues e tomadas

Modelos básicos

versões de plugues e tomadas A, B, C e sua isolação à alta tensão em dependência da durabilidade.



Um exemplo de técnica de ligação disponível é a conexão aos condutores de alta tensão do distribuidor de ignição. A versão dos conectores de encaixe. A tem somente uma isolação relativamente baixa à alta tensão e por isso raramente encontrado como equipamento primário.

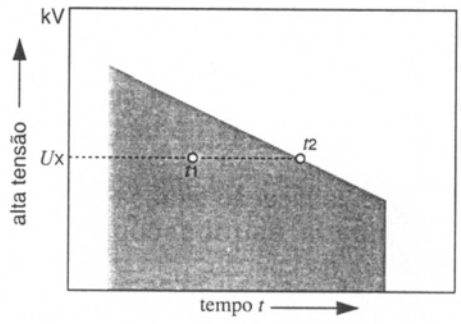
O ponto forte da aplicação está nas versões B e C. ambas caracterizam-se pelo fato de terem pinos que encaixam profundamente nos condutores, assegurando assim um contato significativamente resistente à tensão através do longo percurso de fuga.

Uma ampliação adicional da geometria (como no caso da versão C) cria a reserva necessária para assegurar a técnica de 30KV necessária aos motores com projetos para mistura pobre. Além disso as forças de conexão e a resistência à água foram cuidadosamente coordenadas.

Durabilidade

Entre as versões das conexões a respectiva durabilidade média em horas de funcionamento está caracterizada por curvas oblíquas.

Curva de tempo da resistência da isolação dos conectores
U_X tensão, t_1 momento com descargas isoladas, t_2 momento com muitas descargas



Quando novas peças são submetidas à tensão U_X, inicialmente elas resistem à exigência. A isolação entretanto é lentamente reduzida e a partir do tempo t_1 é necessário contar com descargas.

O processo progride e no tempo t_2 63% das peças estarão destruídas. Nas baixas tensões, as peças resistem consideravelmente mais às exigências que lhe são impostas que na alta tensão (escalas logarítmicas).

Isto também corresponde aproximadamente à distribuição estatística do traçado da curva de tensão do motor.

A demanda extremamente alta de tensão, medida no índice geral da ignição, só ocorre raramente. O acúmulo ocorre em valores abaixo de 25 KV, razão pela qual as versões B e C em ligação com um sistema de ignição livre de manutenção, cabos distribuidores estáveis de alta tensão com alma de metal e a troca regular das velas de ignição constituem um sistema de ignição sem problemas para a vida útil do veículo.

Versões especiais

Uma técnica de ligação especialmente cuidadosa consiste de terminais de velas à prova d'água, cabos de ignição de alta qualidade, conectores de distribuidor e bobina à prova d'água, assim como capa de proteção para o distribuidor e a bobina de ignição.

Essas capas conferem uma proteção adicional contra jatos de água e sujeira. Além disso a capa de proteção sobre o distribuidor de ignição contribui para uma melhor supressão de interferências.

Cabos de ligação de um sistema de ignição
As capas de proteção impedem a entrada de sujeira e umidade

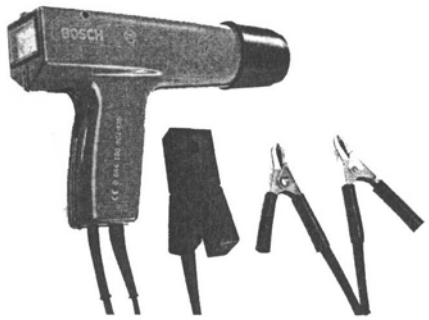
TESTE DE IGNIÇÃO

Uma ignição perfeita desempenha um papel importante no funcionamento correto do motor. Isto fica evidente através da prescrição legal na Alemanha, de controles periódicos de regulagem de ignição e ângulo de permanência para veículos de passeio com motores de ciclo Otto no âmbito das análises de gás de escape (AU).

Para uma verificação oferece-se:

- a lâmpada estroboscópica para a regulagem da ignição,

lâmpada estroboscópica.



- o Motortester com estroboscópio , osciloscópio, medidor de tensão, etc., para o exame do sistema de ignição completo,

Motortester compacto (de bolso)

- o esquema de busca de falhas para o procedimento correto (de acordo com as especificações do fabricante do veículo).

Lâmpada estroboscópica

Este aparelho de teste funciona através da bateria. A lâmpada estroboscópica embutida emite flashes ativados com auxílio de um impulso de ignição do cilindro 1, análogo à rotação do motor.

Através da iluminação das marcas de ignição no disco volante e avanço da regulagem na lâmpada estroboscópica, as marcas do disco volante e cárter do virabrequim são levadas a coincidirem.

Agora a leitura do ângulo de ignição e o ajuste correto poderão ser feitos diretamente na escala da lâmpada estroboscópica.

Nos motores de veículos modernos a medição e indicação do ângulo de ignição também pode ser feita sem estroboscópio, com auxílio de um sensor de PMS (ponto morto superior) diretamente a partir do Motortester.

Motortester

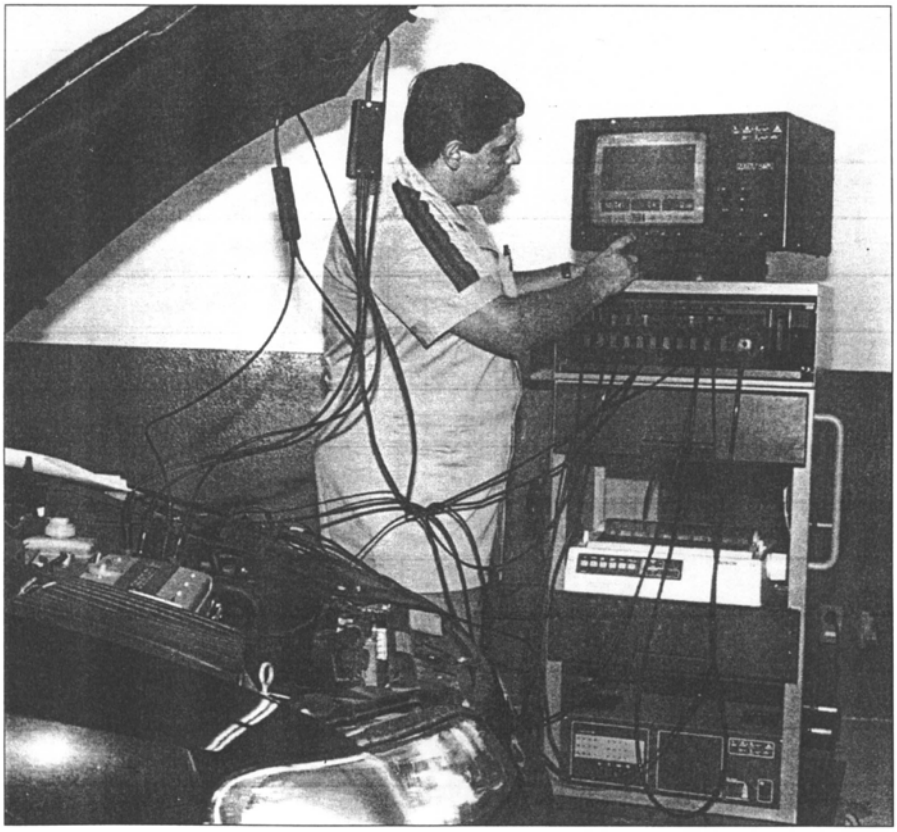
Existem Motortesters desde a versão compacta (de bolso) até sistemas de diagnóstico com inúmeras funções .

Com esses Motortesters é possível (dependendo do nível de expansão) medir grandezas desde rotação, ângulo de permanência, diversas tensões até o teste de compressão através do tempo de partida.

O Motortester ilustrado inclui um osciloscópio que permite a visualização e avaliação de diversas curvas de tensão, p.ex. a alta tensão na vela de ignição. Modelos de ponta dispõem de controle remoto e programas de teste programáveis e com controle por microprocessador.

Como os aparelhos de teste fornecem apenas valores reais na medição do sistema de ignição, é necessário proceder um ajuste com os valores nominais coordenados para veículo e Motortester.

Havendo um dano no sistema de ignição, a busca da falha exigirá um procedimento sistemático.

As oficinas aplicam um esquema determinado para detectar rapidamente fontes de falhas mesmo em sistemas de veículos complexos. Com isto o mecânico pode identificar os componentes com defeito com meios de exame adequados e executar os reparos necessários com as ferramentas corretas no menor espaço de tempo possível.

Nos sistemas eletrônicos de ignição, com seus mapeamentos na maioria das vezes finamente estruturados, o exame dos mapeamentos não é mais possível. Em vez do exame de ângulo de permanência e de ignição, o que adquire importância é a medição e avaliação da alta tensão.